

**REPÚBLICA DE CUBA**  
**MINISTERIO DE EDUCACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS PEDAGÓGICAS**  
**“RAFAEL MARÍA DE MENDIVE”**

**Título: Estrategia didáctica para la transformación de las concepciones alternativas relacionadas con Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática- Física**

**Tesis en opción al título académico de Máster en Educación**

**Autor: Lic. Rafael Antonio Hernández - Cruz Pérez**

**Tutores: Dr.C. Wladimir La O Moreno**

**Dr.C. Carlos Manuel Caraballo Carmona**

**Pinar del Río**

**2012**

## **DEDICATORIA**

- ❖ **A** mis padres, por educarme desde un hogar lleno de dulzura, en valores en los que creo y que me permiten luchar por las utopías...
- ❖ **A** mi esposa, por estar a mi lado en los momentos en que más lo he necesitado, con infinito amor...
- ❖ **A** mis hijos, por ser mi perfecta creación, llenarme de bellos sentimientos y por ser como son, no les pido más...
- ❖ **A** mi hermana, porque la quiero más de lo que puedo...
- ❖ **A** toda mi familia, por ser parte intrínseca a estos resultados...

## **AGRADECIMIENTOS**

- ❖ A la vida, por permitirme alcanzar un peldaño más.
- ❖ Al Dr.C. Carlos Manuel Caraballo Carmona, por su apoyo y ayuda desde el comienzo de esta investigación.
- ❖ Al Dr.C. Wladimir La O Moreno , que no reparó en tomar su escaso tiempo, para guiar con extraordinario esmero todo el proceso investigativo y producirme un altísimo efecto de motivación y estímulo, por sus profundas críticas, por su capacidad de predicción y exigencia que de manera oportuna censuró, sugirió y halagó, para que al final esta obra fuera mejor.
- ❖ Al colectivo de profesores del comité académico de la Maestría, por facilitar el camino de la investigación.
- ❖ A todos los compañeros de trabajo que me estimularon a realizar esta obra.
- ❖ A todos los que me ayudaron de manera incondicional, tanto espiritual como materialmente, en el desarrollo de la investigación.
- ❖ Gracias, muchas gracias a todos.

## **Síntesis**

La formación del profesor de Matemática – Física ha sido una de las variantes asumidas por el modelo educativo cubano en su perfeccionamiento. El carácter integral de su formación, deberá ser consecuencia de la solución a sus problemas profesionales. La transformación de concepciones alternativas en los estudiantes que se forman para esa especialidad es considerada como una de las exigencias marcadas en su proceso de formación y es en ella donde se ha desarrollado este proyecto de investigación. En la tesis, se destacan los referentes teóricos necesarios, que fundamentan una estrategia didáctica para la transformación de concepciones alternativas, asociadas a Cinemática de la traslación, en la formación inicial del estudiante de la carrera Matemática – Física, a razón de la persistencia de errores conceptuales relacionados con dichos contenidos. La evaluación de la estrategia didáctica desde el punto de vista teórico, de acuerdo con los resultados evidenciados en la consulta a especialistas, reveló la factibilidad teórica de su concepción.

## Índice

<b>Contenidos</b>	<b>Páginas</b>
Introducción	<b>1</b>
Capítulo 1: Referentes teóricos – metodológicos asociados al proceso de transformación de las concepciones alternativas en la formación inicial de profesionales de la educación	<b>10</b>
1.1 Análisis Histórico - Lógico del proceso de transformación de las concepciones alternativas en la formación de profesionales de la educación en el área de la Física. Antecedentes inmediatos de investigación	<b>10</b>
1.2 Errores conceptuales y concepciones alternativas	<b>12</b>
1.3 La persistencia de concepciones alternativas. Causas	<b>16</b>
1.4 Concepciones alternativas en Cinemática	<b>19</b>
1.5 La transformación de las concepciones alternativas en la formación de profesores. Un nuevo papel para los profesores de ciencias.	<b>27</b>
Capítulo 2: Diagnóstico del estado actual del proceso de transformación de las concepciones alternativas sobre Cinemática de la traslación, concebido para el primer año de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática - Física	<b>31</b>
2.1 Procedimiento seguido para la realización del diagnóstico	<b>31</b>
2. 2 Resultados del diagnóstico realizado	<b>33</b>
Capítulo 3: Estrategia didáctica para la transformación de las concepciones alternativas en Cinemática, en los estudiantes de primer año de la carrera licenciatura en educación, especialidad Matemática-Física. Evaluación preliminar de su instrumentación	<b>46</b>
3.1 Fundamentación de la estrategia	<b>48</b>
3.2 Principios de la estrategia	<b>51</b>
3.3 Presentación de la Estrategia Didáctica	<b>54</b>
3.4 Descripción de las etapas	<b>55</b>
3.5 Valoración teórica de la estrategia	<b>61</b>
3.6 Conclusiones y Recomendaciones	<b>64</b>

# INTRODUCCIÓN

"Hoy se trata de perfeccionar la obra realizada y partiendo de ideas y conceptos enteramente nuevos. Hoy buscamos lo que a nuestro juicio debe ser y será un sistema educacional que se corresponda cada vez más con la igualdad, la justicia plena, la autoestima y las necesidades morales y sociales de los ciudadanos en el modelo de sociedad que el pueblo de Cuba se ha propuesto crear"

(Castro Ruz, F.; septiembre del 2002)

El sistema socialista cubano, se enfrenta a complejos retos de construcción y perfeccionamiento del socialismo en medio de un mundo capitalista con crisis económica, política y social permanente y con etapas de cada vez mayor profundización hacia serias afectaciones medioambientales que ponen en peligro la propia existencia de la humanidad, unido a los efectos negativos del prolongado bloqueo de más de 50 años de las sucesivas administraciones del gobierno de los Estados Unidos.

La formación de educadores, en consecuencia, ha sido tarea permanente de la sociedad cubana desde sus orígenes. Las diferentes maneras de realizar esa formación ha estado condicionada, por una parte, por los tres grandes períodos históricos por los que ha transitado: colonia, república neocolonial y sociedad socialista; y en otro sentido, por los resultados del desarrollo científico acelerado de las diferentes Ciencias de la Educación.

La experiencia de estos años, sobre todo desde las últimas transformaciones, unida a las necesidades y demandas que ha planteado la sociedad en las nuevas condiciones históricas, conduce a un nuevo perfeccionamiento del proceso de formación inicial y posgraduada de los educadores.

El educador tiene que estar preparado para atender las nuevas necesidades personales y sociales, y saber enfrentar y promover iniciativas ante las nuevas contradicciones. Por estas razones, en su proceso de formación inicial debe desarrollarse, un alto sentido de la responsabilidad individual y social, lograr que encuentre en su propio trabajo estudiantil cotidiano, los mecanismos que estimulen la motivación intrínseca por la labor educativa.

Para dar una solución más de fondo a esta realidad y con el objetivo de mejorar la preparación de los docentes en formación, desde el curso escolar 2009 -2010 se comenzaron a aplicar medidas para elevar la preparación en la formación inicial de los estudiantes del área Matemática - Física, entre las que se encuentran:

1. La formación de un profesional para el área que tribute tanto para la enseñanza media como para la media superior.
2. Formar un profesional, que le permita dirigir el proceso educativo y en particular el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática y la Física con un enfoque interdisciplinario.
3. Garantizar un modo de actuación del educador en la dirección del proceso educativo, encaminado a la formación integral de la personalidad de los educandos, por medio de los contenidos de la Matemática y la Física.
4. El educador de esta especialidad tiene como esferas de actuación los diferentes tipos de instituciones de las Educaciones Secundaria Básica, Preuniversitaria, Técnica y Profesional y de Adultos.
5. Para el caso particular de la disciplina Fundamentos de la Física Escolar, el objetivo fundamental es garantizar que los estudiantes sean capaces de comprender y aplicar los conceptos, leyes y teorías físicas que se estudian en la enseñanza media básica y media superior.
6. La disciplina Fundamentos de la Física Escolar debe servir como un modelo de actuación profesional para los estudiantes, a través del ejemplo personal de los profesores y las actividades docentes que se desarrollan en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas que la integran.

De manera singular , en la formación inicial de los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Matemática - Física, en la Universidad de Ciencias Pedagógicas "Rafael María de Mendive" de Pinar del Río se ha corroborado, producto del análisis de investigaciones realizadas (Hernández, 2009; Pérez, 2009; Barrera, 2009; La O, 2010, Paula, 2012; Pedroso, 2012, entre otros), que el énfasis fundamental apunta hacia el aprendizaje de conocimientos y habilidades y su proceso de enseñanza, lo que presupone que al tratamiento de concepciones alternativas, también inherente a su preparación, no se le otorgue el lugar que le corresponde en esta dirección.



Precisamente en la problemática de transformación de concepciones alternativas en la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I y en particular en los contenidos referidos a Cinemática de la traslación se centra el interés de este trabajo investigativo.

Esta problemática se agudiza, teniendo en cuenta las insuficiencias que caracterizan el estado de transformación de las concepciones alternativas en los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática-Física, en la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I, evidenciada en los resultados del estudio exploratorio inicial:

1. Persistencia de errores conceptuales en los estudiantes de primer año de la carrera Matemática--Física, en la asignatura Fundamentos de Física Escolar I como resultado de las educaciones precedentes (análisis cuantitativo de resultados de evaluación frecuente).
2. El proceso de transformación de concepciones alternativas en la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I, se desarrolla de forma asistémica y fragmentada (evaluación preliminar de estrategias de trabajo metodológico de disciplinas y departamento).
3. No se incluyen actividades que permitan poner de manifiesto la transformación posible a las concepciones alternativas de los estudiantes, acerca de los temas estudiados (análisis preliminar de planes de clases, observaciones a clases).
4. No se incluyen en los programas de las disciplinas, actividades encaminadas a proporcionar a los profesores las herramientas necesarias para la transformación de concepciones alternativas (revisión documental).
5. No se incluyen actividades para ver en qué medida se ha conseguido la comprensión real de los contenidos introducidos.( los errores conceptuales también se manifiestan en los estudiantes más aventajados)

Lo anteriormente expuesto permite plantear como **contradicción fundamental** que, aunque se reconoce la necesidad de formación de un profesional capaz de comprender y aplicar los conceptos, leyes y teorías físicas que se estudian en la enseñanza media básica y media superior, la transformación de concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos físicos, en la formación inicial del profesional de Matemática - Física no se incluye como línea fundamental en el proceso que se diseña para estos profesionales a partir de lo cual se identifica el siguiente **problema científico de investigación**: ¿cómo contribuir a la transformación de concepciones alternativas relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática- Física?

Este problema se manifiesta como necesidad en el desarrollo del **objeto de investigación** siguiente: El proceso de transformación de las concepciones alternativas relacionadas con los contenidos de Física, en la formación inicial de profesionales de la Educación.

Las exigencias en la formación inicial del estudiante de la carrera, conjuntamente con la búsqueda de la solución del problema antes mencionado, han permitido definir el siguiente **objetivo de investigación**: elaborar una estrategia didáctica, que contribuya a la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Matemática-Física de la UCP “Rafael María de Mendive”, desde la perspectiva de la utilización de Tutoriales para Física, que garantice el dominio de los contenidos de Cinemática en el contexto de la enseñanza media y media superior por parte de los estudiantes y constituya un modelo de actuación profesional para ellos durante su estudio.

Para satisfacer este objetivo se consideró pertinente dar respuesta a las siguientes **preguntas científicas**:

1. ¿Qué referentes teóricos y metodológicos sustentan el proceso de transformación de las concepciones alternativas en sentido general, y

específicamente las relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación, en los estudiantes de la carrera Matemática-Física?

2. ¿Cuál es el estado actual del proceso de transformación de las concepciones alternativas relacionadas con Cinemática, en los estudiantes de primer año de la carrera Matemática-Física de la UCP "Rafael M. de Mendive", en la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I?
3. ¿Qué estrategia didáctica elaborar, para la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Matemática-Física de la UCP "Rafael M. de Mendive", en la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I?
4. ¿Qué grado de validez teórica posee la estrategia didáctica, para la transformación de las concepciones alternativas en los contenidos relacionados con Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Matemática-Física de la UCP "Rafael María de Mendive", en la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I?

Con el objetivo de dar respuesta a dichas preguntas, se formularon las siguientes **tareas científicas de investigación:**

1. Sistematización de los referentes teóricos y metodológicos, que sustentan el proceso de transformación de las concepciones alternativas en sentido general, y específicamente en los contenidos relacionados con Cinemática de la traslación, en los estudiantes de la carrera Matemática-Física.
2. Diagnóstico del estado actual del proceso de transformación de las concepciones alternativas relacionadas con Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Matemática-Física de la UCP Rafael M. de Mendive" de Pinar del Río, en la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I.
3. Elaboración de una estrategia didáctica para la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Matemática-Física de la UCP "Rafael M.

de Mendive” de Pinar del Río, en la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I.

4. Determinación de la validez teórica de la estrategia didáctica, para la transformación de las concepciones alternativas relacionadas con Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Matemática-Física de la UCP “Rafael María de Mendive”, en la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I.

Para el desarrollo de las tareas científicas propuestas fue necesario el empleo de variados **métodos de investigación**:

El método **dialéctico materialista**, en primer lugar, ha sido utilizado como plataforma metodológica general para la realización de esta investigación, lo que posibilitó un análisis del proceso de transformación de las concepciones alternativas en sentido general y en particular, las relacionadas con los contenidos de cinemática de la traslación, conocer sus relaciones con otros objetos de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento, para la transformación del problema identificado.

Este método general fue acompañado de la aplicación de otros métodos del nivel **teórico, empírico y estadístico - matemático**.

Entre los métodos teóricos fueron empleados: el **histórico-lógico**, en el análisis de los antecedentes y las tendencias acerca de la transformación de las concepciones alternativas en sentido general y en particular, las relacionadas con Cinemática de la traslación, así como en el estudio histórico realizado de las regularidades del aprendizaje, por un período de dos cursos escolares consecutivos.

La **sistematización teórica**, la cual permitió organizar los conocimientos a partir de la literatura consultada y del comportamiento de la práctica y para establecer relaciones entre estas dos fuentes de información, lo que favoreció el análisis crítico de las teorías estudiadas, la definición operativa de los conceptos principales abordados en la investigación, así como el establecimiento de

variables, dimensiones e indicadores, relacionados con el objeto de investigación definido.

El **enfoque de sistema**, empleado en la elaboración de la estrategia didáctica, para establecer los nexos, funciones e interrelaciones entre los componentes estructurales abordados, por otra parte, la utilización de este método permitió concebir las concepciones alternativas y su transformación, como un proceso estructuralmente invariante en el proceso de formación del estudiante de la carrera.

La **modelación**: a propósito de la complejidad del objeto investigado, posibilitó hacer las abstracciones necesarias que permiten la elaboración de la estrategia didáctica, dirigida a la transformación de las concepciones alternativas, en la formación inicial del Matemático – Físico.

El **análisis y síntesis** permitió, en el proceso de revisión bibliográfica, una caracterización del estado de la investigación, sobre el proceso de transformación de las concepciones alternativas en estudiantes de las carreras pedagógicas, con el fin de realizar observaciones en el país. De esta manera se aislaron los ejes fundamentales de la investigación, relacionados directamente con el desarrollo del objeto de estudio, aportando el enriquecimiento necesario para diseñar la propuesta que se defiende.

Asimismo, este método facilitó una caracterización del proceso de transformación de las concepciones alternativas a partir de sus rasgos fundamentales, aplicable al proceso de formación de profesionales en los contenidos relacionados con Cinemática de la traslación.

La **inducción – deducción**, posibilitó el estudio de la transformación de concepciones alternativas, dentro del tratamiento didáctico que se diseña en la formación inicial de un profesional de Matemática – Física y su incidencia en las particularidades de los contenidos relacionados con cinemática de la traslación en la formación inicial del estudiante de la carrera.

Entre los métodos empíricos fue empleado el **análisis documental**, que facilitó la determinación de los principales enfoques al estudiar las obras de investigación existentes, haciendo un análisis de la documentación que norma el proceso de transformación de las concepciones alternativas en la formación inicial del estudiante de la carrera.

La **observación a clases**, como parte del diagnóstico efectuado para determinar el estado actual del proceso de transformación de las concepciones alternativas en los estudiantes de primer año de la carrera.

Fue utilizada además la **encuesta**, en algunos de los sujetos implicados en la transformación de las concepciones alternativas relacionadas con los contenidos de cinemática de la traslación en la formación inicial del profesional de la carrera; las **pruebas pedagógicas** (como exámenes diagnósticos), que permitieron valorar la presencia y alcance del problema en los sujetos de investigación, a propósito de la incidencia de las actividades y acciones complementarias definidas ante la transformación de su estado real hacia el estado deseado.

Igualmente fue empleado el método de **criterio de Especialistas**, para evaluar el grado de validez teórico de la estrategia diseñada.

Entre los métodos **matemático-estadísticos** fueron utilizados, como parte de la estadística descriptiva, la determinación de frecuencias absolutas, relativas y relativas porcentual para ordenar, procesar y analizar los datos obtenidos, como resultado de la aplicación de los métodos empíricos e inferir su posible trayectoria en la atenuación de otros procesos similares.

El aspecto innovador de esta tesis subraya en el orden científico los siguientes resultados fundamentales:

Como **significación práctica**, se aporta una estrategia didáctica que implementa, en la práctica educativa, la realización de actividades y acciones correspondientes por etapas, sujetos participantes y tiempo de duración, para la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de cinemática de la

traslación, constituyendo una guía de actuación profesional para los estudiantes y profesores durante el proceso de formación inicial de los profesionales.

La **novedad científica**, radica en contribuir a la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con Cinemática de la traslación en la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I, mediante una estrategia didáctica centrada en la utilización de Tutoriales, caracterizada y singularizada esta problemática y su propuesta de solución por su carácter novedoso.

La **actualidad del tema**, se manifiesta en la caracterización obtenida a partir del diagnóstico al proceso de transformación de las concepciones alternativas y en particular, las relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación, en la formación inicial del profesional de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática – Física para la Educación media y media superior, el cual puede convertirse en un referente a seguir para estudios similares en otras asignaturas de la disciplina.

La tesis se estructura en un capítulo inicial que sistematiza, los referentes teóricos y metodológicos que sustentan el proceso de transformación de las concepciones alternativas, en sentido general, y específicamente en los contenidos relacionados con Cinemática de la traslación, en la formación inicial de los profesionales de la carrera Matemática – Física.

Un segundo capítulo, que demuestra la existencia de la problemática alrededor de la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con Cinemática de la traslación en la formación inicial de los profesionales de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática – Física.

Un tercer capítulo donde se fundamenta la estrategia didáctica para su implementación en la práctica pedagógica, a partir de las dimensiones cognitivo-profesional y didáctico-actitudinal y la valoración teórica del criterio de especialistas sobre la fundamentación de la estrategia.

# Capítulo 1

**"A menudo se conoce contra un conocimiento"**  
**(Bachelard)**



## **CAPÍTULO 1: REFERENTES TEÓRICOS – METODOLÓGICOS ASOCIADOS AL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE LAS CONCEPCIONES ALTERNATIVAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESIONALES DE LA EDUCACIÓN**

El presente capítulo, revela un estudio del objeto de investigación; se analizan los antecedentes de su desarrollo y se singulariza su estudio desde el punto de vista teórico - metodológico en la formación inicial de profesionales de la educación en el área de la Física.

### **1.1 Análisis Histórico - Lógico del proceso de transformación de las concepciones alternativas en la formación de profesionales de la educación en el área de la Física. Antecedentes inmediatos de investigación.**

Las principales tendencias que se han manifestado en la transformación de los conocimientos alternativos en Física se encuentran muy ligadas a las propias concepciones que se han tenido sobre la ciencia a lo largo de la historia. A continuación se hace un análisis de algunas de estas tendencias.

La primera tendencia que se analiza es la llamada **transmisión recepción** presente desde fines del siglo XVIII. Se fundamenta en una concepción de la ciencia entendida como un cuerpo de conocimientos acabado. En esta concepción el proceso de enseñanza aprendizaje está basado en una secuencia de conocimientos científicos definitivos, de verdades incuestionables, organizados según la lógica de la materia científica, que son transmitidos por un educador dueño absoluto del saber, cuya autoridad es indiscutible.

A partir de los años 60, se inicia una nueva tendencia en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias en el mundo occidental. Se concibe como un aprendizaje similar a las formas de trabajar de los científicos. Se toma como contenido además del conocimiento, la práctica de los métodos científicos.

El resultado es la aparición del **“aprendizaje por descubrimiento”**, que supone redescubrir lo ya descubierto. Este aprendizaje por descubrimiento tuvo

repercusión en proyectos como el Physical Science Study Committee (PSSC), (1969) en el campo de la Física en Estados Unidos y el proyecto Nuffield en Inglaterra. Su influencia en Cuba solamente fue en cursos introductorios de la educación superior.

Otra tendencia es la conocida como **aprendizaje por transmisión - recepción significativa**. Se desarrolló en contraposición al aprendizaje por descubrimiento y tuvo sus principales exponentes en Ausubel y Novak, (1983). Destacó entre otras cuestiones el papel de guía del profesor, la importancia de las estructuras cognitivas de los educandos planteadas por Piaget (1971) y la necesidad de que lo nuevo a aprender se imbricara sistemáticamente con estas estructuras cognitivas ya formadas y el conocimiento de estas estructuras cognitivas.

En la antigua URSS se desarrollaron dos tendencias fundamentales que influyeron notablemente en Cuba después del triunfo de la Revolución y hasta mediados de la década del 90. Estas preferencias se analizan a continuación.

La primera se desarrolló en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física fundamentalmente a partir de los trabajos de Razumovski (1987) denominada **siguiendo el ciclo del conocimiento científico**.

El proceso de enseñanza aprendizaje de la Física debía transcurrir como se originaba el conocimiento en la ciencia. Debía partirse de un conjunto de hechos y a partir del experimento y por vía inductiva arribar a un grupo de conocimientos básicos de los que se derivarían el resto a partir de la deducción.

Otra directriz desarrollada en la antigua URSS en las décadas del 70 y el 80 a partir de los trabajos de Majmutov (1979) fue la **enseñanza problémica**. La misma se basaba en que el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias debía partir de situaciones problemáticas o que creen conflictos en el educando y que lo motiven a actuar.

A mediados de la década del 80 surge otra tendencia denominada de **cambio**

**conceptual** que tiene su basamento en que hay que partir de los conocimientos que el educando tiene, en el caso de no tener alguno hacer que los construya y en el caso de tener conocimientos alternativos a los científicos que los reconstruya.

En la actualidad se impone una concepción del proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias que consiste en **la aproximación del proceso de enseñanza a un proceso de investigación dirigida**.

Valdés Castro, (2008) en su libro “Introducción a la didáctica de las ciencias”, considera que esta tendencia debe ser enriquecida con la introducción de lo siguiente:

- El carácter integral del conocimiento acerca del estudiante y de su formación a través del proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias, viendo esta integralidad en la formación del mismo la formación en él de valores relacionados no solamente con los conocimientos y ejecuciones, sino también con las normas morales y actitudes en correspondencia con los tiempos que se viven.
- La toma en consideración de las características de sistemas artificiales, dirigidos, autorregulados, sociales y abiertos de los sistemas educativos y en particular del proceso de enseñanza aprendizaje.
- La introducción junto con la autoevaluación de la coevaluación y la heteroevaluación.
- La necesidad de tomar en consideración aspectos relacionados con la actividad psíquica humana.

## **1.2 Errores conceptuales y concepciones alternativas**

Durante mucho tiempo, la enseñanza de conceptos teóricos preocupó al profesorado de física, bastante menos, que otros aspectos como la resolución de problemas o la realización de prácticas de laboratorio. Análogamente sucedía

entre quienes se dedicaban a trabajos de investigación educativa sobre la enseñanza y aprendizaje de la Física.

Esta situación inicial era debida, en parte, a que los fallos en la resolución de problemas (con su alto índice de fracaso) o las carencias y limitaciones de unas prácticas de laboratorio (apenas presentes), resultaban más preocupantes que las posibles dificultades en la comprensión de los conceptos, como mostraba el hecho de que la mayoría de los estudiantes era en la práctica teórica de los exámenes donde mejores puntuaciones obtenían.

Una sencilla pregunta cualitativa del tipo “Una piedra cae desde cierta altura en un segundo ¿Cuánto tiempo tardará en caer desde la misma altura otra piedra de doble masa?” mostraba que un porcentaje muy alto de estudiantes de enseñanza media y universitaria, consideraba que una masa doble se traducían en mitad de tiempo de caída. Y ello después de haber resuelto numerosos ejercicios sobre caída de graves e incluso haber realizado un estudio experimental.

Particularmente relevante, era el hecho de que los errores que se cometían no se debían a simples olvidos o a que se daban respuestas al azar, sino que se justificaban en base a determinadas ideas, las cuales eran defendidas con bastante seguridad por un gran número de estudiantes de distintos niveles educativos.

Dichos errores tienen algunas características en común, tales como las siguientes:

- a) Se repiten insistentemente a lo largo de los distintos niveles educativos sobreviviendo a la enseñanza de conocimientos que los contradicen.
- b) Se hallan asociados con frecuencia a una determinada interpretación sobre un concepto físico dado (gravedad, fuerza, aceleración, velocidad, desplazamiento, etc.) diferente a la aceptada por la comunidad científica.
- c) Se trata de respuestas que se suelen dar rápidamente y sin dudar, con el convencimiento de que están bien.

d) Son equivocaciones que se cometen por un gran número de estudiantes de distintos lugares y también incluso, por algunos profesores.

A este tipo de respuestas, contradictorias con los conocimientos científicos vigentes, ampliamente extendidas, que se suelen dar de manera rápida y segura (apenas se dejan contestaciones en blanco), que se repiten insistentemente y que se hallan relacionadas con determinadas interpretaciones de diversos conceptos científicos, se les denomina frecuentemente errores conceptuales y a las ideas que llevan a cometerlos ideas alternativas, porque realmente responden a la existencia de ideas muy diferentes a las ideas científicas. (Viennot, 1979)

Existe una gran disparidad en los términos usados por los investigadores para designar las concepciones alternativas y otros conceptos relacionados con ellas. Así, algunos autores utilizan indistintamente error conceptual y concepción alternativa, para designar el mismo constructo. En la actualidad, esos dos términos tienen significados claramente distintos.

Es conveniente indicar que, cuando se califica una respuesta como errónea en la enseñanza de la Física, lo que se está señalando es que ese resultado no es aceptable de acuerdo con la teoría científica en uso.

Ello no implica hacer ningún juicio de valor sobre la hipótesis de la cual ha derivado el estudiante su respuesta. Por tanto se recomienda que el término error conceptual se utilice para designar una respuesta equivocada y no la concepción alternativa que subyace a la misma. (Carrascosa, 1982).

Estos conceptos procedentes de la vida cotidiana que van a obstaculizar la correcta asimilación de los conceptos científicos es lo que se llaman concepciones alternativas. (Hierrezuelo, 1998)

Actualmente la gran diversidad terminológica que se utilizó en la década de los años 80 para nombrar las concepciones alternativas (preconceptos, pre concepciones, ideas previas, ideas alternativas, ciencia de los niños, teorías implícitas, etc.) parece haber remitido después de la propuesta realizada por

Wandersee, Mintzes y Novak (1994) de que se les denominara genéricamente, como concepciones alternativas independientemente de cómo fuesen adquiridas.

En didáctica de las ciencias se define que un error conceptual es una respuesta equivocada que afecta a un concepto científico determinado y las concepciones alternativas responden a la existencia en la mente del sujeto que lo expresa, de una representación de dicho concepto que es diferente a la aceptada dentro del cuerpo teórico de conocimientos científicos en el que se está trabajando (Furió, 1996).

En la actualidad, prácticamente todos los campos de la Física han sido analizados. Por citar solo algunos trabajos a modo de ejemplo : la Mecánica en primer lugar (McDermott, 1984; Sebastiá, 1984; Fernández, 1987; Acevedo, 1989), pero también el Calor (Macedo y Soussan, 1985; García Hourcade y Rodríguez de Ávila 1985 ; Cervantes, 1985), la Electricidad (Varela, et al.,1989, Furió y Guisasola , 2001 ; Pontes y Pro, 2001 ), la Óptica ( De la Rosa et al., 1984; Kaminski y Viennot, 1989 ); Furió, Azcona y Guisasola, 2002) ; el Magnetismo (Guisasola , Almudí y Ceberio ,2003 ); la Relatividad ( Alemán Berenguer y Pérez Selles , 2001; Pérez Celada y Solbes, 2003 ), etc.

En Iberoamérica, numerosas tesis doctorales han realizado aportaciones relevantes en este campo, posiblemente el más desarrollado de la investigación didáctica (Gené, 1986; Solbes, 1986; Carrascosa, 1987; Llorens, 1987; Jiménez Aleixandre, 1989; Sanmartí, 1990; Cañal, 1990; Guisasola, 1996; Hernández, 1997; Doménech, 2000; Furió et al., 2000; López-Gay, 2002; a título de ejemplo), poniendo a punto, simultáneamente, métodos específicos de la investigación didáctica: entrevistas clínicas semiestructuradas, cuestionarios abiertos y semiabiertos; grabaciones de diálogos entre alumnos en situación de clase; dibujos comentados; mapas conceptuales; etc.

En Cuba han realizado aportaciones relevantes relacionadas con los conocimientos alternativos y sus implicaciones didácticas, los investigadores

(Valdés y Valdés, 1996; Cruz Sánchez, 1996; Colado Pernas, 1995; Mieres Orta, 1996; Asencio Cabot, 1996; Perdomo Vázquez, 1995; Valdés, 2008)

Así pues, el tema de las concepciones alternativas constituye un problema de gran interés en la didáctica de la Física y como tal viene siendo , desde hace ya más de tres décadas, una línea de investigación de gran importancia tal y como lo muestran los numerosos trabajos realizados en este campo. A modo de ejemplo, en la recopilación realizada por Pfundt y Duit (1989) ya se recogían miles de referencia al respecto.

### **1.3 La persistencia de concepciones alternativas. Causas**

Las primeras investigaciones condujeron muy rápidamente a distintos autores a verificar la hipótesis de la existencia en los niños de ideas sobre conceptos científicos previas a la enseñanza escolar de los mismos, y que fueron designadas como teorías ingenuas (Caramazza et al., 1981), ciencia de los niños (Gilbert et al., 1982; Osborne et al., 1983), esquemas conceptuales alternativos (Driver y Easley, 1978), representaciones (Giordan, 1985), etc.

Dicha comprobación no fue muy difícil. En efecto, ¿qué características cabría esperar que tuvieran los errores conceptuales si fueran debidos a la existencia de ideas espontáneas? Parece lógico suponer que, en ese caso, serían:

- Previos a la enseñanza de los aspectos a que se refieren.
- Generalizados (distintas escuelas, distintos países,..).
- Utilizados en situaciones cotidianas, es decir útiles para pensar y comunicarse, compartidos por la comunidad.
- Semejantes a conceptos que se mantuvieron a lo largo de la Historia de la Ciencia (si son ideas espontáneas, y el medio físico en el que se desarrollan las experiencias primarias no es muy distinto, deberían haber existido mucho antes).

- Difíciles de superar (si eran útiles para la vida cotidiana difícilmente serían sustituidos por ideas limitadas a contextos académicos).

La comprobación de estas características por distintos equipos de investigadores, hace que actualmente no halla duda sobre la existencia de concepciones espontáneas previas a la instrucción escolar sobre numerosos conceptos básicos de la ciencia Física. La mayoría de los estudios, realizados en campos muy diversos, han confirmado buena parte de las características anteriores. Así, Driver (1986) afirmaba, hace casi treinta años, que los conocimientos previos de los alumnos:

- Parecen dotados de cierta coherencia interna (por eso habla de "esquemas conceptuales", si bien, dicha "racionalidad" está basada en premisas distintas de las científicas).
- Son comunes a estudiantes de diferentes medios y edades.
- Presentan cierta semejanza con concepciones que estuvieron vigentes a lo largo de la historia del pensamiento (Clement, 1983).
- Son persistentes, es decir, no se modifican fácilmente mediante la enseñanza habitual, incluso reiterada.

Conviene señalar que, aunque el interés por las concepciones espontáneas es reciente, existen precedentes que, con notable antelación, llamaron la atención sobre la "prehistoria del aprendizaje" (Vigotsky, 1973, original de 1939), o se refirieron al hecho de que "a menudo se conoce contra un conocimiento" (Bachelard, 1938).

Conviene no olvidar tampoco que los trabajos de Piaget (1971) plantean el rastreo del origen psicológico de las nociones hasta sus estadios pre científicos, o los de Ausubel (1978, 1ª edición en 1968), quien llega a afirmar: "si tuviera que reducir toda la psicología educativa a un sólo principio, enunciaría este: averígüese lo que el alumno ya sabe y enséñese consecuentemente".



De un modo global, los hallazgos que Wandersee, Mintzes y Novak (1994) sobre la investigación en concepciones alternativas en ciencias y que reflejan un consenso emergente, pueden resumirse en:

1. Los estudiantes llegan a las clases de Física con un conjunto variado de concepciones alternativas sobre objetos y hechos de la naturaleza.
2. Las concepciones alternativas que traen los estudiantes a la instrucción formal atraviesan fronteras de edad, capacidad, género, y límites culturales.
3. Son persistentes y resistentes a la desaparición mediante estrategias de enseñanza convencionales.
4. Las concepciones alternativas son semejantes, con frecuencia, a las explicaciones de los fenómenos naturales sostenidas por generaciones previas de científicos y filósofos.
5. Las concepciones alternativas tienen sus orígenes en un conjunto variado de experiencias personales, incluyendo la observación y percepción directa, la cultura y el lenguaje del entorno próximo, y también las explicaciones de los profesores y los materiales de instrucción.
6. Los profesores, a menudo, tienen las mismas concepciones alternativas que sus estudiantes.
7. Los conocimientos previos de los estudiantes interaccionan con los conocimientos presentados en la instrucción formal, dando lugar a un conjunto variado de resultados de aprendizaje no pretendidos.

Lo que interesa en este momento es el papel de la enseñanza en la persistencia de dichas concepciones, es decir, parece lógico que existan dichas concepciones, pero ¿cómo explicar que después de años de instrucción las concepciones de los estudiantes sean muy similares a las de las personas que no han recibido instrucción?

## **1.4 Concepciones alternativas en Cinemática**

La Cinemática suele ser el primer tema de la mayoría de cursos de Física, aunque en muchos casos es más un tema de matemáticas aplicadas que un tema de Física. Los estudiantes resuelven un gran número de ejemplos numéricos en los que aplican unas ecuaciones cuyos significados no tienen claro.

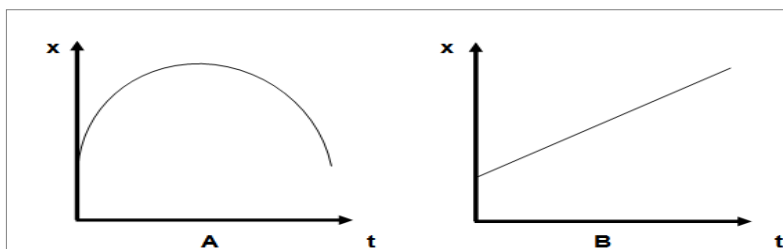
Aunque es innegable que términos como velocidad o aceleración son de uso común, no siempre son utilizados por los alumnos en el mismo sentido que tienen en la ciencia. Cuando se realiza un estudio teniendo en cuenta el carácter vectorial de las magnitudes cinemáticas, se introducen varios términos que sirven para definir con precisión el movimiento, pero que no se utilizan en el lenguaje cotidiano en el que no es tan necesaria tanta precisión.

Así palabras como posición, espacio recorrido, desplazamiento, rapidez, velocidad, celeridad, etc., se incorporan casi simultáneamente al vocabulario que han de utilizar los estudiantes, los cuales no siempre son capaces de diferenciar el significado de los mismos. Esto es fuente de dificultades en el aprendizaje adecuado de este tema.

### **1.4.1 Confusiones terminológicas**

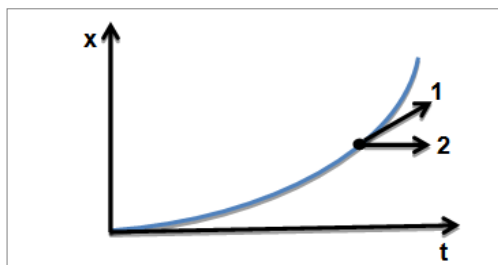
Para iniciar el estudio de las magnitudes cinemáticas son necesarios conceptos previos como los de posición, trayectoria, desplazamiento, espacio recorrido. Es frecuente que los alumnos los confundan, en buena medida a que la metodología utilizada no discrimina lo suficiente entre conceptos relacionados entre sí aunque con significados claramente diferentes.

En la interpretación de gráficas se observa repetidas veces como confunden la representación de la dependencia posición – tiempo con la forma de la trayectoria. Así en las gráficas representadas en la figura, los estudiantes dicen que se trata de una trayectoria circular en el caso A, mientras que en el B dicen que es rectilínea.



Como es bien sabido las gráficas de posición – tiempo no indican nada sobre la forma de la trayectoria. Nos informan de cómo varía, en función del tiempo, la distancia medida sobre la trayectoria entre el móvil y un punto de la trayectoria que se toma como referencia.

De igual manera, un porcentaje alto de estudiantes dice que el vector 1 en la figura representa la velocidad del cuerpo ya que es tangente a la trayectoria. Los estudiantes no advierten que la gráfica representa la dependencia que existe entre la posición y el tiempo y no la forma de la trayectoria.



El autor considera que no se trata de que exista una gran dificultad para que el estudiante diferencie el significado de estos términos sino que, debido a una enseñanza superficial, no identifica la representación del término con el significado del mismo.

#### 1.4.2 Concepciones alternativas sobre velocidad

Las expresiones matemáticas para calcular la velocidad son simples, sobre todo cuando se refieren al movimiento rectilíneo uniforme o cuando se trata de calcular la velocidad media. Esto nos hace olvidar frecuentemente que la velocidad es una función de las variables posición y tiempo.

Hasta que no tiene la capacidad de considerar simultáneamente el efecto de las dos variables el estudiante no puede comprender el concepto de velocidad. Esto se pone de manifiesto en las respuestas de los estudiantes a la siguiente cuestión basada en los trabajos de Piaget, (1971).

Los dibujos señalan las posiciones iniciales y finales de dos movimientos A y B, así como el tiempo empleado en hacer el recorrido. En cada caso el estudiante debe señalar cuál es el móvil más rápido.

a)	A	$x_0$	_____	x	t=8 s
	B	$x_0$	_____	x	t=8 s
b)	A	$x_0$	_____	x	t=6 s
	B	$x_0$	_____	x	t=8 s
c)	A	$x_0$	_____	x	t=6 s
	B	$x_0$	_____	x	t=8 s
d)	A	$x_0$	_____	x	t= 8 s
	B	$x_0$	_____	x	t= 4 s

Las respuestas más frecuentes son las siguientes.

Para el caso a: La mayoría de los estudiantes señala que el móvil B es más rápido pero dan como razón única el que llega más lejos, no señalando que lo hace en el mismo tiempo que el A. Algunos estudiantes dicen que ambos tienen la misma velocidad porque tardan el mismo tiempo en llegar al final de la trayectoria, sin tener en cuenta el espacio recorrido.

Para el caso b: La confusión surge al considerar que ambos tienen la misma velocidad porque la posición final es la misma.

Para el caso c: La mayor parte de la respuestas son correctas al señalar que el móvil A es el más rápido, aunque en las explicaciones se observa nuevamente

que se refieren sólo a la distancia recorrida y muy pocos dicen que lo hacen en menos tiempo.

Para el caso d: Para llegar al resultado correcto es necesario calcular la relación entre espacio recorrido y tiempo empleado. La mayoría de las respuestas dan como móvil más rápido el A, argumentando que es el que recorre más espacio.

Como puede deducirse de las respuestas de los cuatro apartados, la dificultad surge ante la imposibilidad que tienen los estudiantes de considerar simultáneamente la influencia de las dos variables relevantes en este caso, el espacio recorrido y el tiempo empleado en recorrerlo.

La situación problemática representada en la figura, se refiere a la persecución de un auto y un policía motorizado, el estudiante ha de predecir en qué momento tienen auto y policía la misma velocidad. Un porcentaje alto de estudiantes indica que la velocidad del auto y del policía es igual justo en el momento de alcanzarlo, ya que están en el mismo sitio.



*El policía está inicialmente en reposo. Cuando el auto pasa frente a él observa una infracción y comienza a perseguirlo hasta darle alcance. ¿Tienen auto y motorista la misma velocidad en algún momento? En caso afirmativo, di cuándo.*

Los resultados obtenidos por varios autores (Trowbridge D. E. Y L. C. McDermott, 1981) coinciden al señalar que esta confusión velocidad - posición se presenta con mucha frecuencia. Incluso al preguntarle a los estudiantes explícitamente sobre si deben tener la misma velocidad dos objetos que alcanzan la misma posición en un mismo instante, la mayoría responde afirmativamente sin mencionar otras variables que influyen para poder dar la contestación correcta,

como es si han partido del mismo punto y en el mismo momento, con objetivo de saber si han recorrido la misma distancia y han tardado el mismo tiempo.

El carácter vectorial de la velocidad plantea también dificultades a los estudiantes, dado que en el lenguaje diario no se menciona casi nunca el carácter dirigido de la velocidad y que en la enseñanza, durante varios años se insiste únicamente en el tratamiento escalar de la misma. Así, es frecuente, que los estudiantes digan que la velocidad de una pelota no cambia cuando golpea una pared, o que no vean necesaria la existencia de una fuerza en el movimiento curvilíneo, ya que no aprecian cambio de velocidad y por lo tanto aceleración.

#### **1.4.3 Concepciones alternativas sobre aceleración.**

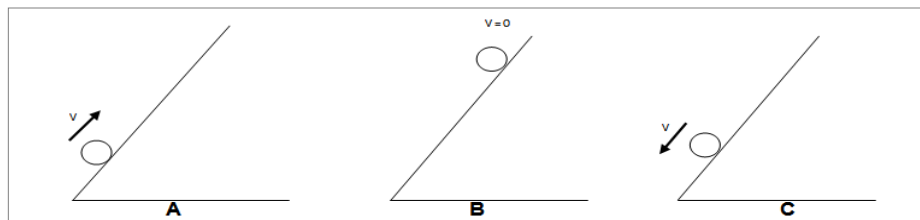
En el lenguaje cotidiano se utiliza la palabra aceleración de forma confusa. Generalmente se asocia con alguna situación que ocurre deprisa. De esta manera se dice que una persona habla aceleradamente cuando habla deprisa, que el motor de un coche está acelerando cuando está en un régimen alto de revoluciones por minuto, etc. En cierto sentido el uso que en muchas ocasiones hacemos del término aceleración se corresponde más con el significado que tiene el concepto de velocidad en cinemática.

La influencia de lenguaje se deja sentir en la forma en que los estudiantes aprenden el concepto aceleración. Aún después de la enseñanza, tienden a asociar la aceleración con una velocidad alta. En el caso de asociarlo a la variación de velocidad, es más frecuente que lo hagan cuando hay aumento que cuando hay disminución de la misma. Se advierte mejor la existencia de aceleración en un movimiento acelerado que en uno decelerado.

Por ejemplo entre un automóvil que choca deteniéndose y un coche que <<arranca>> bruscamente, los estudiantes señalarán la existencia de aceleración en el segundo caso y serán muy pocos los que lo hagan en el primer movimiento.

La asociación que hacen los estudiantes entre la velocidad y la aceleración se refleja en las respuestas que dan a cuestiones como las representadas en la

figura, en las que tienen que predecir el valor de la aceleración en cada una de las tres etapas en las que podemos dividir el movimiento de una bola en un plano inclinado.



*¿Cuál será el valor y el sentido de la aceleración en cada uno de los casos representados en la figura: A) la bola sube, B) se detiene para cambiar de sentido y C) la bola está bajando?*

Un porcentaje alto de estudiantes indica que la aceleración en el momento en el que se detiene la bola para cambiar de sentido es cero, ya que no puede haber aceleración cuando la velocidad es cero. También es frecuente encontrar entre las respuestas de los estudiantes, las que indican que la aceleración tiene el mismo valor en el movimiento de subida y en el de bajada, aunque cambia de signo.

Claramente se ve que el estudiante está dando a la aceleración el mismo sentido de la velocidad y no el de la variación de velocidad.

Las dificultades que experimentan los estudiantes para diferenciar entre velocidad y aceleración tiene su origen en:

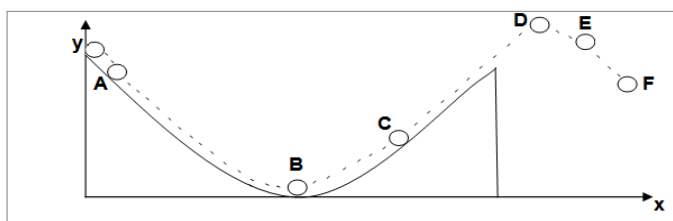
- a) No distinguir entre velocidad y variación de velocidad.
- b) No tener en cuenta que la aceleración depende de la variación de velocidad y del intervalo de tiempo en el que se ha producido esa variación. Los alumnos consideran únicamente la variación de velocidad.

En el caso de la aceleración, como en otros muchos conceptos de la Física, puede parecer que el estudiante comprende el concepto, porque es capaz de definirlo y aplicarlo en la resolución de problemas tipo.

Por desgracia, en bastantes casos, esas contestaciones correctas son fruto de una memorización mecánica y no son el resultado de una verdadera comprensión. Si enfrentamos a esos mismos estudiantes a tareas que le exijan un análisis de una situación práctica en la que tengan que aplicar sus conocimientos, podemos comprobar mucho mejor si sus respuestas son fruto de un recitado memorístico o si realmente reflejan un aprendizaje significativo.

Lo normal es que podamos observar que las dificultades más graves están relacionadas con la confusión entre aceleración y velocidad, aceleración y posición, así como con no tener en cuenta los dos factores de los que depende la aceleración, la variación de velocidad y el intervalo temporal en el que se produce esa variación de velocidad. (Trowbridge D. E. Y L. C. Mc Dermott, 1980)

El estudiante también encuentra serias dificultades para tener en cuenta el carácter vectorial de la aceleración. Así, al interpretar que no hay cambio de velocidad cuando una pelota rebota al chocar con una pared, no consideran que exista aceleración en ese movimiento. Incluso estudiantes con buenos resultados en la resolución de problemas numéricos de cinemática resuelven erróneamente la actividad presentada en la figura, relacionada con el carácter vectorial de la aceleración.



El dibujo representa la trayectoria de una bola que cae libremente sobre un carril curvado. Representar el vector aceleración en cada una de las posiciones indicadas.

Las respuestas más frecuentes recogidas, mostraron la dificultad que tienen los estudiantes para realizar análisis cualitativos de las situaciones físicas. Se pudo



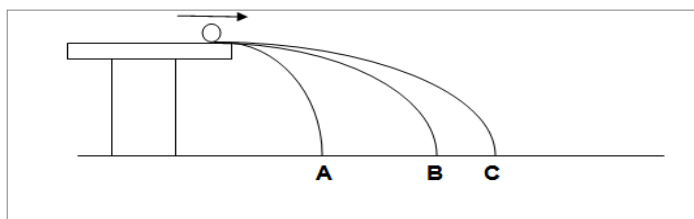
observar que los estudiantes dibujaban en muchos casos la aceleración en la misma dirección que tiene el vector velocidad. Conviene recordar que son respuestas de estudiantes que habían recibido varios años de instrucción en Física, habían estudiado cinemática y dinámica y tenían calificaciones altas en estos temas. (Peters P., 1982)

#### 1.4.4 Composición de Movimientos

Un aspecto que se incluye en los temarios de cinemática de la enseñanza media es la composición de movimientos. En este nivel se trata el principio de composición de Galileo y se aplica a algunos ejemplos en los que el movimiento es el resultado de considerar dos movimientos simples, rectilíneos uniformes o, en los ejercicios más complicados, un movimiento es uniforme y el otro variado. Se puede comprobar cómo la composición añade algunas dificultades en el análisis de estas situaciones, entre las cuales se destacan las siguientes:

- a) Dificultad para entender que un movimiento real pueda considerarse como la suma de dos movimientos imaginarios.
- b) Dificultad para comprender que ambos movimientos pueden estudiarse como si fueran independientes, aunque teniendo algunos parámetros en común, como puede ser el tiempo.

En el caso de un movimiento parabólico, como el representado en la figura, los estudiantes tienen dificultades para analizar independientemente el movimiento horizontal, que sería a velocidad constante, del movimiento vertical que sería uniformemente acelerado.



*La bola se lanza horizontalmente con diferentes velocidades. Comparar los tiempos que tarda en llegar al suelo en cada una de las trayectorias.*

La respuesta más frecuente de los estudiantes es que la bola tarda más tiempo cuando recorre la trayectoria C, mientras que tarda menos tiempo cuando lo hace por el camino A. Su argumento está basado en que en el caso C recorre el máximo espacio, mientras que en el caso A el espacio recorrido es mínimo.

De su razonamiento es interesante considerar dos aspectos. En primer lugar, la causa directa de su error está en considerar únicamente la distancia recorrida como factor a tener en cuenta para calcular el tiempo que se tarda en recorrer ese trayecto, olvidando el efecto de la velocidad.

En segundo lugar es destacable, que a pesar de que esa cuestión se les propone a estudiantes que ya han estudiado la composición de movimientos, pocos lo analizan componiéndolo en un movimiento horizontal y otro vertical. Incluso entre quienes así lo hacen, algunos piensan que el que vaya más lejos en sentido horizontal influye de alguna manera en el movimiento vertical, y por lo tanto el tiempo, de caída es diferente en cada uno de los casos (Whitaker R. J., 1983)

### **1.5 La transformación de las concepciones alternativas en la formación de profesores. Un nuevo papel para los profesores de ciencias.**

En el proceso de transformación de las concepciones alternativas en los estudiantes, deben tenerse en cuenta numerosos factores del proceso educativo, desde el desarrollo del currículo hasta la formación de profesores.

Los nuevos enfoques de las concepciones alternativas obligan a analizar aspectos tan importantes como el currículo, la evaluación y como elemento distintivo la formación de profesores.

El profesor deja de ser un mero trasmisor de conocimientos ya elaborados, para esmear nuevos roles coherentes con el nuevo modelo metodológico y con la existencia de las concepciones alternativas de los estudiantes.

Osborne y Wittrock (1985) sugieren algunas formas que podrían hacer de esta tarea algo más que un deseo.

- a) Se debe hacer explícito a los estudiantes qué se pretende con el tema o la actividad, de manera que puedan reconstruir por sí mismo el problema que ha de ser resuelto o la tarea de aprendizaje de que se trata.
- b) El profesor debe alentar a sus estudiantes a que se hagan preguntas a ellos mismos y a los demás, buscando siempre el porqué de las cosas; desarrollar las destrezas interrogativas de los estudiantes es una tarea de la máxima importancia para la educación científica.
- c) El profesor debe animar a sus estudiantes a que asuman la responsabilidad de su propio aprendizaje, inculcarles la idea de que el éxito o el fracaso, al dar sentido a su experiencia o para comprender las ideas de los demás, depende de su propia actividad.
- d) Escoger problemas, cuestiones o actividades que sean llamativas para los estudiantes.
- e) El profesor debe asegurarse de que los estudiantes que hacen un esfuerzo se encuentran con el éxito y que éste se perciba, en gran medida como consecuencia de sus propios méritos.

Siendo así, el análisis realizado hasta ahora posibilitó definir **el proceso de transformación de las concepciones alternativas en los estudiantes de primer año de la carrera Matemática – Física relacionadas con Cinemática de la traslación, como la instrumentación de un sistema de acciones de carácter cognitivo – profesional y didáctico – actitudinal, a favor de provocar cambios conceptuales diferentes a los que poseen los sujetos participantes asociados al cuerpo teórico de la ciencia en cuestión y que han provocado una profunda incomprensión del mismo.**

Para su estudio con mayor profundidad, este proceso se puede descomponer en dimensiones e indicadores que garantizarán un estudio detallado del objeto que se investiga.

Dimensión cognitivo – profesional: aspectos de carácter cognitivos erróneos que poseen los estudiantes de la carrera Matemática – Física que impiden una adecuada formación profesional.

1. Importancia de la comprensión de conceptos. (velocidad y aceleración)
2. Dominio en la interpretación de gráficas de posición en función del tiempo.
3. Dominio en la interpretación de gráficas de velocidad en función del tiempo.
4. Dominio en la interpretación de gráficas de aceleración en función del tiempo.
5. Comprensión en la composición de movimientos rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado.
6. Adquisición y transferibilidad de conocimientos asociados al tema.
7. Perdurabilidad de los conocimientos.
8. Dominio de la base científica en el tema.
9. Compromiso mental activo.

Dimensión didáctico – actitudinal: aspectos de carácter didácticos que docentes de la carrera Matemática – Física deben poseer para provocar un cambio de actitud profesional en los sujetos que se forman.

1. Componentes didácticos (problema, objetivo, contenido, método, medios, evaluación, forma).
2. Objetivos en función de transformar las concepciones alternativas.
3. Métodos en función de transformar las concepciones alternativas.

4. Medios en función de transformar las concepciones alternativas.
5. Evaluación en función de transformar las concepciones alternativas.
6. Preparación de situaciones de enseñanza asociadas a la Cinemática de la traslación.

### **Conclusiones parciales**

El autor de la obra considera que una posible fuente de errores conceptuales puede ser el mismo profesor que a veces mantiene ideas que se acercan más a la de los propios estudiantes que a los puntos de vista científicos.

Es conveniente que se tenga en cuenta este aspecto, incluyéndose en la formación del profesorado, actividades encaminadas a la clarificación de aquellos conceptos que por su importancia en la estructura de la ciencia ocupan una posición destacada en los currículos escolares.

Es importante incluir en los programas de formación de profesores de ciencias, actividades encaminadas a proporcionar a los futuros educadores las herramientas necesarias para que detecten los errores conceptuales de los estudiantes y los tratamientos más convenientes para modificar las concepciones alternativas.

Para que el futuro profesor pueda lograr un desempeño exitoso en su labor, es necesario que en él se produzca un cambio conceptual tan profundo como el que se debe producir en los estudiantes, completándose la cadena en la que el educador es un eslabón entre la enseñanza que ha recibido y la que trasmite a sus estudiantes.

# Capítulo 2

**"si tuviera que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: averígüese lo que el alumno ya sabe y enséñese consecuentemente"**

**(Ausubel)**

## **CAPÍTULO 2: DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE LAS CONCEPCIONES ALTERNATIVAS SOBRE CINEMÁTICA DE LA TRASLACIÓN, CONCEBIDO PARA EL PRIMER AÑO DE LA CARRERA LICENCIATURA EN EDUCACIÓN, ESPECIALIDAD MATEMÁTICA - FÍSICA**

En este capítulo, se ofrecen los resultados de la aplicación de los instrumentos empleados para la determinación del estado actual del proceso de transformación de las concepciones alternativas en Cinemática de la traslación a partir de su definición, operacionalización y contextualización en instrumentos concebidos.

**(Anexo # 1)**

### **2.1 Procedimiento seguido para la realización del diagnóstico**

Definir la **población**, constituyó un primer paso del procedimiento seguido, la misma quedó constituida por 16 profesores de Física de la carrera, de los cuales 3 son jefes de disciplinas que se imparten en los diferentes años de estudios y por 98 estudiantes de los cuales 78 corresponden a la matrícula del curso escolar 2010-2011 y 20 estudiantes que conforman la matrícula del curso 2011- 2012.

En consecuencia, la selección de la **muestra**, tuvo una marcada intencionalidad, dada esencialmente por la posibilidad de un trabajo más sistemático debido a la realización de la investigación en la propia universidad; la misma quedó estructurada por 5 profesores que han impartido la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I y 98 estudiantes de primer año de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad, Matemática- Física correspondientes a los cursos 2010-2011 y 2011-2012.

### **2. 2 Resultados del diagnóstico realizado**

Para el desarrollo de este epígrafe, se hará una valoración de los resultados obtenidos de la aplicación de cada uno de los métodos empíricos utilizados (análisis documental, encuestas a profesores y exámenes diagnósticos).

En este epígrafe se resumen los principales resultados obtenidos con la aplicación de los instrumentos y técnicas aplicadas para establecer un inventario de

necesidades y fortalezas del proceso de transformación de concepciones alternativas relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación en los estudiantes de primer año de la carrera.

El análisis de los documentos que regulan el proceso de formación inicial del estudiante de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Matemática - Física, tiene como objetivo valorar el tratamiento que los documentos normativos hacen a favor de la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación. Este análisis delimita el estudio del Modelo del Profesional, las estrategias del año y los programas de las disciplinas y asignaturas correspondientes y su proceso de preparación.

En el **Anexo 2** se identifican los criterios de análisis y las fuentes de información primaria utilizadas. A continuación se exponen los resultados de la información recogida en estos documentos, lo que propicia conocer el estado actual en la transformación de concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación, del estudiante de primer año de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Matemática- Física en la UCP “Rafael María de Mendive”.

### **2.2.1. Análisis del Modelo del Profesional de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática- Física**

En el análisis de este documento se tuvo en cuenta, el modelo del profesional vigente entre los cursos escolares 2010-2011 y 2011-2012.

Este documento responde al diseño de la aspiración del profesional de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Matemática- Física. El referido documento parte de los objetivos generales pertinentes al profesional que se necesita formar hasta particularizar en los objetivos a lograr durante su proceso de formación; estos son especificados por cada uno de los años.

Posteriormente se explicita el plan de estudio correspondiente y se declaran las características que lo distinguen a partir de lo esencial de cada área de



integración, en cuanto a los objetivos a cumplir en aras del ejercicio de la profesión, de acuerdo con las asignaturas que las componen.

En este documento se brinda como información un conjunto de modos de actuación que el futuro profesional egresado debe tener formado, dentro de los que se destacan, según su relación con el objeto de estudio de esta investigación los siguientes:

- Poseer una adecuada formación de valores.
- Dominio de las asignaturas que imparte (Física y Matemática).
- Repercusión del estudio de la Física como el resto de las Ciencias Exactas en la conducta de cuidado y protección del medio ambiente, para la elevación de la calidad de vida y la salud.
- Intervención en la dirección del proceso pedagógico que atiende en la solución de los problemas que se presentan.
- Resolver problemas relacionados con la vida económica (ahorro).
- Utilización de la actividad experimental durante el aprendizaje de la Física como vía de solución a los problemas de la ciencia, de la actividad profesional pedagógica y de la vida cotidiana.

Los modos de actuación declarados con anterioridad, permiten asegurar la correspondencia de esta investigación con los requisitos, que como aspiración propone el Plan de Estudio de esta carrera en la actualidad, donde la transformación de concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos físicos, como parte de la preparación que deben poseer los estudiantes, se convierte en un aspecto de elevada pertinencia social y científica.

Una vez realizada la revisión de los referidos documentos se pudo constatar como principales resultados los siguientes:

- Este modelo del profesional norma la búsqueda por vía investigativa de las soluciones detectadas a problemáticas que aparecen en su accionar diario, donde las habilidades profesionales se desarrollan a partir de la articulación de los

componentes estructurales (académico, laboral, investigativo, extensionista) para la formación de los profesionales.

- A pesar de constituir el Modelo del Profesional, la imagen del profesor que se desea formar, no se explicita en ningún caso, la necesidad de la transformación de concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos físicos, en la formación inicial del profesional.
- Enfatiza en la necesidad de la preparación del profesional para concebir el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física y la Matemática en la Educación media y media y superior sin aludir a los aspectos afectivos inherentes a este proceso.
- El referido modelo, considera aspectos relacionados con su formación integral, o sea, no solo la búsqueda de un profesional dotado de herramientas propias de las ciencias para las que se forma, sino aspectos de carácter político - ideológico, cultural y científico.
- Existe una variedad de objetivos que tributan a la formación científica de los estudiantes, centrada en aspectos relacionados con los conceptos, leyes, teorías y procedimientos propios de las ciencias Matemática y Física y su proceso de enseñanza.

### **2.2.2. Análisis del programa de la disciplina Fundamentos de la Física Escolar**

El programa de la disciplina recoge aspectos tales como la fundamentación teórica, los objetivos generales, el plan temático que contiene los contenidos, el sistema de evaluación, las indicaciones metodológicas generales y la bibliografía. El análisis realizado permitió delimitar lo siguiente:

- La disciplina se estructura en 3 asignaturas, lo que presupone una interacción de los estudiantes con los diferentes objetos físicos. Esta interacción, según lo estipula el programa de la disciplina perdura hasta los dos primeros años de la carrera y donde la culminación de estudios se produce a los cinco años.

- Los objetivos generales de la disciplina establecen la consideración de aspectos que trascienden la esfera cognitiva de los estudiantes y proponen la realización de actividades en las que predomine una organización grupal y el uso racional del lenguaje propio de la ciencia Física.
- Se propone además en el programa de disciplina, la consideración de los medios, donde se detallan aquellas video-clases que pueden usarse en el tratamiento de los contenidos con mayor implicación didáctica en la Educación media y media superior
- Uno de los objetivos generales indica el desarrollo de la motivación hacia la Física como ciencia y hacia la profesión de profesor de Física.
- No se explicita en ninguna de las asignaturas de la disciplina, la necesidad de la dirección del proceso para la transformación de concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos físicos, en la formación inicial del profesional.

### **2.2.3. Análisis de la preparación de la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I**

En varias sesiones de trabajo metodológico con los profesores que imparten el programa de la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I en la Universidad de Ciencias Pedagógicas “Rafael María de Mendive”, se pudieron valorar los planes de clases e intercambiar acerca de cuáles eran las insuficiencias que presentaban en su preparación, en este sentido se identificaron las siguientes deficiencias:

- No se constatan evidencias de un tratamiento diferenciado e intencional en torno al proceso de transformación de las concepciones alternativas relacionadas con los contenidos físicos de la enseñanza media y media superior.
- No aparecen tareas docentes que evalúen el compromiso mental activo de los estudiantes.
- Se identifica solo como preparación de la asignatura el estudio de documentos tales como: la dosificación de los contenidos, el programa de estudio y los planes de clases, limitando el carácter metodológico de la preparación.

- Las tareas de aprendizaje que están planificadas en los planes de clases no posibilitan la perdurabilidad de los conocimientos por parte de los estudiantes.
- No aparece en la preparación de las asignaturas, situaciones de enseñanza asociadas a concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos físicos.
- El sistema de evaluación planificado no conduce al docente a rediseñar el diagnóstico integral de los estudiantes que permita la construcción de nuevos saberes en los mismos.
- A pesar de lo normado, en el programa de la disciplina se identifican pocas actividades que se vinculen con los modos de actuación propios del futuro profesional en los temas de la asignatura.
- No se incluyen actividades que permitan poner de manifiesto las posibles concepciones alternativas de los estudiantes, acerca de los temas estudiados.
- No se incluyen en los programas de las disciplinas, actividades encaminadas a proporcionar a los profesores las herramientas necesarias para la transformación de concepciones alternativas.
- No se incluyen actividades para ver en qué medida se ha conseguido la comprensión real de los contenidos introducidos.( los errores conceptuales también se manifiestan en los estudiantes más aventajados)

#### **2.2.4. Análisis de la estrategia del colectivo de año**

La estrategia del colectivo de año, según se establece en el Reglamento de trabajo Docente - Metodológico, debe propiciar la formación integral del estudiante de la carrera, aspecto este que se debe a la integración de las clases, el trabajo científico estudiantil y las prácticas laborales con las diferentes tareas de impacto social, deportivas y culturales, entre otras que cumplen los estudiantes en correspondencia con los objetivos educativos e instructivos del año. En el caso del primer año de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Matemática-Física, la estrategia correspondiente reveló:

- Insuficiencias de los profesores para tratar adecuadamente en el proceso de enseñanza aprendizaje de sus asignaturas, el tratamiento didáctico para la transformación de concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de cada una de ellas.
- La concepción del proceso de transformación de concepciones alternativas no constituye una prioridad en la formación inicial del profesional de la carrera.
- Se declara la resolución de problemas como una de las principales dificultades que entorpecen la motivación por aprender, pero en los estudiantes no se planifican acciones específicas para la comprensión de conceptos.
- No aparecen actividades metodológicas dirigidas a la atención del proceso de transformación de concepciones alternativas.
- No se conciben espacios de intercambio de experiencias en relación con el quehacer específico desde las diferentes disciplinas del ciclo “Fundamentos Metodológicos para la enseñanza” acerca del proceso de transformación de concepciones alternativas.
- No se identifican en la estrategia de año, actividades metodológicas que posibiliten la comprensión de las características psicológicas del estudiante desde su ingreso a la formación inicial intensiva de la carrera.
- Se ofrecen pocos espacios de socialización entre los docentes para el debate de las potencialidades del trabajo en grupos colaborativos, como parte de las estrategias de formación que deben predominar en la Educación Superior.

#### **2.2.5. Análisis de los resultados de la encuesta a profesores de la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I**

Un momento importante dentro del proceso de diagnóstico lo constituyó la aplicación de la encuesta que se les realizara a los profesores de la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I (**Anexo # 3**), la cual posibilitó establecer una comparación con lo que hasta ahora se había constatado en análisis anteriores.

Del número de respuestas emitidas por los encuestados se pudieron delimitar las siguientes conclusiones:

- Es criterio de los profesores de la asignatura, la importancia que le conceden al proceso de transformación de concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de Cinemática, el 100% de ellos, manifiestan este reconocimiento de trascendental, pues garantiza el dominio de la base científica del tema y sienta las bases para su desempeño profesional futuro.
- Cuatro de los cinco profesores encuestados tuvieron respuesta afirmativa y uno lo reconoció en alguna medida, el hecho de reconocer la comprensión de conceptos, como una dimensión del aprendizaje desarrollador.
- Los encuestados definen como causas esenciales que atentan contra la transformación de concepciones alternativas de sus estudiantes, las siguientes: el escaso nivel de conocimientos, habilidades y hábitos como consecuencia de las insuficiencias en la concepción del proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en la Educación Preuniversitaria (100%), la falta de interés y responsabilidad (70.6%), no se incluyen en los programas de las disciplinas, actividades encaminadas a proporcionar a los profesores las herramientas necesarias para la transformación de concepciones alternativas(100%) y el proceso de transformación de concepciones alternativas en la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I, se desarrolla de forma asistémica y fragmentada (100%).
- Alrededor de la preparación en relación con la transformación de concepciones alternativas, cuestión abordada en la encuesta realizada a los docentes, se constata que el (20%) considera haberla recibido, mientras el resto, (80,0%) considera este indicador en alguna medida. De igual manera el (80.0%) considera la comprensión de conceptos en el proceso de transformación de las concepciones alternativas como una premisa para enfrentarlo y solo el 20,0% la considera premisa y resultado, elementos que fueron considerados en la respuesta a la pregunta número 5.
- Los encuestados (100%) consideran la transformación de las concepciones alternativas y su tratamiento en la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I, como parte de la formación inicial de los estudiantes de la carrera Matemática –

Física, una prioridad en todo el sistema de trabajo metodológico en los niveles de departamento, disciplina y asignatura.

- Sobre la concepción de las tareas de aprendizaje, para transformar las concepciones alternativas de los estudiantes, relacionados con Cinemática de la traslación, solo se detallan las declaradas en el texto básico de la asignatura (100%).
- Por otra parte, solo uno de los encuestados se considera capacitado teórica y metodológicamente en función de lograr la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera.

#### **2.2.6. Análisis de los resultados de la observación a clases**

Como parte de la constatación del problema se procedió a visitar clases a los profesores que imparten la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I, correspondiente a los cursos 2010- 2011 y 2011- 2012, en el tema Cinemática de la traslación.

Este análisis permitió evaluar aspectos de carácter didácticos, que docentes de la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I deben dominar y aspectos de carácter cognitivos que deben poseer los estudiantes, para provocar la transformación de concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación en los estudiantes de primer año de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática – Física.

El análisis de los datos recogidos con la guía de observación **(Anexo 4)** permitió obtener los resultados que se expresan en la siguiente tabla. La evaluación de los indicadores se realizó según las categorías: se observa (SO), se observa a veces (SOAV) y no se observa (NSO).

#### **Un análisis cualitativo de los resultados de las observaciones realizadas**

Indicadores	Categoría		
	SO	SOAV	NSO
Adquisición y transferibilidad de conocimientos en el tema.	3	6	21
Perdurabilidad de los conocimientos del tema.	2	3	25
Dominio de la base científica en el tema.	3	11	16
Compromiso mental activo.	0	3	27
<b>Dimensión Cognitivo - profesional</b>	<b>8</b>	<b>23</b>	<b>89</b>
Revela las concepciones alternativas en el diagnóstico	0	3	27
Revela los objetivos en función de transformar las concepciones alternativas, relacionadas con Cinemática.	2	3	25
Revela los métodos en función de transformar las concepciones alternativas, relacionadas con Cinemática.	0	0	30
Revela los medios en función de transformar las concepciones alternativas, relacionadas con Cinemática	0	0	30
Revela la evaluación en función de transformar las concepciones alternativas, relacionadas con Cinemática	0	3	27
Preparación de situaciones de enseñanza asociadas a Cinemática.	0	0	30
<b>Dimensión Didáctico- actitudinal</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>142</b>
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>42</b>	<b>231</b>

- Fueron observadas seis actividades por cada docente (cinco)
- Los indicadores más afectados con relación a la dimensión cognitivo-profesional estuvieron relacionados con la perdurabilidad, dominio de la base científica, así como el compromiso mental activo de los estudiantes en la adquisición de los conocimientos.
- Los indicadores más afectados con relación a la dimensión didáctico-actitudinal estuvieron relacionados con los componentes no personales del proceso de enseñanza –aprendizaje, que no favorecen el cambio de actitud profesional en la formación inicial de los estudiantes de la carrera
- Es reconocido que los docentes que imparten la asignatura hacen un tratamiento, más bien limitado al proceso de transformación de las concepciones alternativas, aspecto este que agudiza la existencia de la problemática relacionada con su formación inicial para enfrentar con éxito la Física de la Educación media y media superior y la transformación de los estudiantes que allí se forman.



- Resulta significativo la no incorporación en la preparación de la asignatura, situaciones de enseñanza relacionadas con la transformación de concepciones alternativas asociadas a Cinemática.

### **2.2.7. Análisis de los resultados de la prueba pedagógica**

La prueba pedagógica (**Anexo 5**) es utilizada en la presente investigación con el objetivo de diagnosticar la persistencia de concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Matemática – Física de la UCP “Rafael María de Mendive”.

Para una mejor tabulación de los resultados, se estructuró en tres aspectos:

- Comprensión de los conceptos velocidad para el movimiento rectilíneo uniforme y aceleración para el movimiento rectilíneo uniformemente variado.
- Interpretación de gráficas de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo.
- Comprensión en la composición de movimientos rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado.

La prueba pedagógica en este momento se le aplicó al grupo de los 98 estudiantes que formaron parte de la muestra seleccionada, en el curso 2010-2011(78 estudiantes) y en el curso 2011- 2012(20 estudiantes).

El análisis de los datos recogidos con la prueba pedagógica derivaron los siguientes resultados:

En la comprensión de los conceptos velocidad para el movimiento rectilíneo uniforme y aceleración para el movimiento rectilíneo uniformemente variado solo se alcanza el 53, 5 % de respuestas correctas.

Se identifican como principales dificultades:

- No tener en cuenta que las magnitudes físicas velocidad y aceleración son funciones de dos variables, que han de ser valoradas simultáneamente.

- Diferencia que existe entre el valor de la velocidad, la aceleración y el valor de sus variaciones.
- Para los estudiantes, cuando dos cuerpos adquieren la misma velocidad, definitivamente coinciden, erróneamente, sus posiciones.
- Asociar el ir delante con llevar más velocidad.
- No tienen un criterio válido para decidir cuando dos cuerpos tienen la misma velocidad.
- Representación del vector aceleración en el análisis cualitativo de situaciones físicas.
- Asociar la aceleración con una velocidad alta.
- Confusión de los conceptos velocidad y aceleración, asumiendo que los cuerpos tienen la misma aceleración porque llegan con la misma velocidad final.

En la interpretación de gráficas de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo, se alcanza un 51, 2 % de respuestas correctas.

Se identifican como principales dificultades:

- Confunden la representación de la dependencia posición – tiempo con la forma de la trayectoria.
- No identifican la representación de la magnitud física con el significado de la misma en los gráficos de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo.
- Dificultades en la interpretación de gráficas para cuerpos que cambian el sentido de su movimiento.

En la comprensión de la composición de movimientos rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado, se alcanza el 49, 9 % de respuestas correctas.

Se identifican como principales dificultades:

- Entender que un movimiento real pueda considerarse como la suma de dos movimientos imaginarios.

- Comprender que ambos movimientos pueden estudiarse como si fueran independientes, aunque teniendo algunos parámetros en común, como puede ser el tiempo.
- Analizar independientemente el movimiento horizontal, que sería a velocidad constante, del movimiento vertical que sería uniformemente acelerado.

Los elementos discutidos hasta aquí revelan la existencia de la problemática alrededor de la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de cinemática de la traslación, lo que evidencia la falta de preparación de los estudiantes de la carrera en su formación inicial, para enfrentar y transformar con éxito el proceso de enseñanza - aprendizaje de la Física en el contexto de la enseñanza media y media superior.

### **2.3. Inventario de necesidades y fortalezas identificadas en el proceso de transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación.**

A partir de la aplicación del método de enfoque de sistema y utilizando como procedimiento la triangulación de los datos recogidos por los instrumentos aplicados, se pudo constatar que la dimensión más afectada es la didáctico-actitudinal, aspecto este que se justifica a partir de la delimitación del siguiente **inventario de necesidades:**

- No se concibe explícitamente en el programa de la asignatura “Fundamentos de la Física Escolar I” un fondo de tiempo adecuado en la formación inicial del estudiante de la carrera, para la transformación de las concepciones alternativas que subyacen los errores conceptuales.
- En el programa de la asignatura “Fundamentos de la Física Escolar I”, no se concibe como una de sus prioridades, la transformación de concepciones alternativas.
- No se incluyen actividades que permitan poner de manifiesto las posibles concepciones alternativas de los estudiantes, acerca de los temas estudiados.

- No se incluyen en los programas de las disciplinas, actividades encaminadas a proporcionar a los profesores las herramientas necesarias para la transformación de concepciones alternativas.
- No se incluyen actividades para ver en qué medida se ha conseguido la comprensión real de los contenidos introducidos. (los errores conceptuales también se manifiestan en los estudiantes más aventajados).

Este conocimiento del estado actual en la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con Cinemática de la traslación , en la formación inicial de los profesionales de la carrera Matemática Física , permitió al autor, desde los análisis de resultados de instrumentos aplicados reconocer un conjunto de **fortalezas** del proceso de transformación de las concepciones alternativas :

- El colectivo de profesores de Física de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Matemática – Física de la UCP “Rafael María de Mendive” de Pinar del Río cuenta con la experiencia necesaria para revertir las citadas dificultades desde la concepción del proceso de enseñanza - aprendizaje de la Física y en su proceso de ejecución en la Educación media y media superior.
- La asignatura Fundamentos de la Física Escolar I cuenta con un fondo de tiempo que posibilita, junto al resto de las asignaturas, una correcta formación académica y la posibilidad de potenciar la transformación de concepciones alternativas en los futuros profesionales, que garantice el éxito en la enseñanza de la Física en la Educación media y media superior.
- Se cuenta con la bibliografía necesaria para favorecer el proceso de transformación de concepciones alternativas en los estudiantes de la carrera y con la organización de los recursos humanos que posibilita enfrentar la tarea.
- Se reconoce la existencia de un colectivo docente que define la importancia en la comprensión de conceptos, que permitan la perdurabilidad y transferibilidad de los conocimientos, desde una base científica, por parte de los estudiantes que garanticen el éxito de los futuros profesionales de la educación.

## **Conclusiones parciales**

Las necesidades y fortalezas identificadas, permiten constatar el problema objeto de estudio, al caracterizar el estado actual en la transformación de concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Matemática – Física en la UCP “Rafael María de Mendive”.

- Los profesores de la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I, realizan un tratamiento limitado de aspectos relacionados con la incorporación de acciones para lograr la transformación de concepciones alternativas en los estudiantes. Se reconoce que estos presentan preocupaciones con la formación inicial de los estudiantes pero no actúan en consecuencia.
- Los estudiantes de la carrera, a propósito con lo descrito en la conclusión anterior, presentan una carencia significativa de aspectos académicos relacionados con la comprensión de conceptos, que subyacen la persistencia de concepciones alternativas y en consecuencia poseen una preparación inicial limitada, para enfrentar con éxito la enseñanza y aprendizaje de la Física en el contexto de la Educación media y media superior.

# Capítulo 3

**"El valor del maestro se mide no por lo que hace, sino por lo que hace realizar a sus alumnos"**

**Alfredo M. Aguayo**

### **CAPÍTULO III: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA TRANSFORMACIÓN DE LAS CONCEPCIONES ALTERNATIVAS EN CINEMÁTICA, EN LOS ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE LA CARRERA LICENCIATURA EN EDUCACIÓN, ESPECIALIDAD MATEMÁTICA-FÍSICA. EVALUACION PRELIMINAR DE SU INSTRUMENTACION**

En este capítulo se presenta la estrategia que, como resultado de esta investigación, se propone en virtud para la transformación de las concepciones alternativas en Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática – Física.

Se realiza además una evaluación preliminar de algunos resultados obtenidos en consecuencia con el criterio de un grupo de especialistas.

La realización de esta estrategia estuvo condicionada por la necesidad de transformación de las concepciones alternativas o ideas erróneas que poseían los estudiantes de la carrera Matemática Física y que de alguna manera se han descrito en el capítulo anterior de la presente investigación.

Esta estrategia tiene entonces como **misión** fundamental: contribuir a la formación científica de los estudiantes de la carrera Matemática – Física a partir de la transformación de las concepciones alternativas relacionadas con Cinemática de la Traslación y como vía de desarrollo profesional inmediato.

Siendo así la estrategia didáctica tiene como objetivo esencial: contribuir a la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con Cinemática de la traslación, en los estudiantes de la carrera Matemática – Física como medio esencial de crecimiento profesional y de transformación de su realidad educativa futura.

#### **3.1 Fundamentación de la estrategia**

Desde la perspectiva **filosófica**, el reconocimiento de la **dialéctica materialista** como fundamento de la estrategia que se propone, ha posibilitado el estudio, el análisis, la comprensión y valoración del proceso dirigido a la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática Física de forma integral, mediante el análisis de sus componentes y la integración como proceso sistémico; asimismo facilitó el diagnóstico, la transformación y estructuración de los componentes de la estrategia.

Constituyen basamento esencial la científicidad y la objetividad, lo cual significa que el proceso de transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Licenciatura en Educación , especialidad Matemática Física, adopta formas específicas dado el contexto de aplicación, en función de los problemas profesionales que el alumno debe resolver posteriormente cuando su rol sea la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje en el contexto de la Educación media y media superior.

El profesor debe constituir un modelo de actuación profesional para diseñar las tareas a partir de esta realidad, mientras el estudiante debe dominar certeramente qué hacer y cómo proceder, en función de su preparación teórica y metodológica, por lo que se reafirma el carácter **consciente y activo del sujeto** durante la actividad en la que se desarrolla el proceso de formación profesional y en consecuencia la transformación de las concepciones alternativas.

La formación de la concepción dialéctico-materialista del mundo en los estudiantes seleccionados como constructo teórico-filosófico de la realidad en su conjunto, conformada sobre la base de todas las adquisiciones del desarrollo precedente, se consolida en el proceso de transformación de las concepciones alternativas de estos estudiantes al estar indisolublemente ligada a su reafirmación por la profesión elegida.



El **estudio del fenómeno en su relación con otros** facilitó el abordaje del proceso en estrecha relación con aquellos que conforman junto a él, un sistema de interconexiones naturales: modos de actuación profesional, comprensión de conceptos, compromiso mental activo, dominio de la base científica, orientación sociocultural del contenido, la consideración de las características distintivas de la actividad psíquica humana y de la actividad científica e investigadora actual.

A tono con lo anteriormente expuesto, se asume como idea fundamental, defendida por la **Sociología de la Educación**, la relación que se establece entre estudiante-estudiante, estudiante-profesor y entre estos y el grupo en general, lo que presupone la consideración de las particularidades de dicha relación en el marco del proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I al determinar las pautas de actuación en cuanto al desarrollo del proceso de transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Licenciatura en Educación , especialidad Matemática Física.

Aportes realizados por numerosos investigadores sociólogos, presuponen la transformación de las concepciones alternativas como centro del proceso educativo que sobre los estudiantes de la carrera Matemática – Física se diseña y en consecuencia la constitución de este como medio de transformación de la sociedad donde se desarrollan, que en sentido estrecho, tiene que ver con su realidad educativa inmediata a partir de la realización de su práctica profesional en la escuela media y media superior.

Desde el punto de vista **psicológico**, constituyen fundamentos teóricos esenciales en el presente trabajo las ideas desarrolladas por la escuela **histórico-cultural** creada por Vigotski (1924-1934) y continuada por un grupo de seguidores.

De gran importancia teórica y metodológica para el estudio del proceso de transformación de concepciones alternativas en los estudiantes de primer año de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Matemática – Física , son

las categorías **situación social del desarrollo (SSD) y zona de desarrollo próximo (ZDP)** como fundamentos esenciales que han de tenerse en cuenta necesariamente al concebir las tareas de aprendizaje, pues la elección y motivación profesional no se corresponden con las verdaderas aspiraciones de estos jóvenes (Del Pino, 1999; González Collera, 2004; Barrera, 2007), lo que atenta inevitablemente en contra de la motivación por el aprendizaje de los propios contenidos de la carrera, los cuales constituyen además, contenidos de enseñanza; convirtiéndose así en parte de los problemas profesionales a los que debe dársele una atención priorizada.

Por otra parte el maestro para medir, valorar y mejorar el referido proceso de transformación de concepciones alternativas debe organizarlo estableciendo relaciones sociales entre los sujetos participantes, necesita tener en cuenta la relación que establece cada estudiante con su entorno escolar, familiar y comunitario y los nexos y relaciones que además se establecen entre dichas agencias (condiciones externas) y los procesos psíquicos internos, elementos estos que justifican la utilización del **carácter mediatizado instrumental** para el desarrollo de las funciones psíquicas superiores como uno de los principales aportes realizados por la referida escuela.

Un aparte muy especial en el fundamento para el presente trabajo lo constituye la teoría de la actividad de Leontiev (1961), la que permite estudiar el proceso de transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Licenciatura en Educación , especialidad Matemática Física como la actividad que ocurre en el vínculo de lo interno y lo externo, evidenciándose con ello el principio de la unidad entre psiquismo y actividad externa, al tomar como elemento real – objetual a los contenidos o tareas de estudio que se producen en el proceso de enseñanza – aprendizaje, proceso en el cual existe además un intercambio comunicativo activo entre los sujetos participantes, evidenciándose así la teoría de

la comunicación, la cual se rige, según teóricos estudiados, por el principio de la relación sujeto – sujeto.

La comunicación, de gran potencial regulador, educativo y afectivo garantiza, cuando es un proceso interactivo favorable, la viabilización y desarrollo del proceso en el contexto de enseñanza aprendizaje diseñado en la escuela. Desde el punto de vista motivacional resultan claves además las ideas de Schúkina, 1978; Danilov, 1985; Markova, 1987; Moreno, 2004, entre otros, acerca de la estimulación motivacional hacia el aprendizaje. De igual forma, se asume como básico el papel esencial del interés cognoscitivo, categoría estudiada, a criterio de Moreno (2004), con gran amplitud desde puntos de vista diversos: por su naturaleza psicológica, como motivo de la actividad docente, como estímulo al desarrollo de la personalidad y como procedimiento para la activación de la enseñanza.

La tarea pedagógica profesional se convierte en el principal potenciador de dicho interés, en la medida que propicie el surgimiento de nuevas necesidades de aprendizaje.

Desde el punto de vista **pedagógico** la estrategia didáctica, dirigida a la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Licenciatura en Educación , especialidad Matemática Física, se concreta en **un proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador** cuya integralidad se concibe a través de la **unidad de lo instructivo, lo educativo y lo desarrollador** como dimensiones del proceso de formación integral de la personalidad **y entre lo afectivo y lo cognoscitivo** (lo cognoscitivo surge en virtud y en dependencia de lo afectivo y viceversa), lo que resalta la importancia del **maestro como mediador** en el proceso de enseñanza – aprendizaje en la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I.

La concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje que se plantea, presupone un enriquecimiento de los componentes didácticos (**problema, objetivo,**

**contenido, método, medio y evaluación)** como elementos mediadores de las relaciones entre los protagonistas (**profesor, estudiante y grupo**) en función de la transformación de las concepciones alternativas y que son tratados con posterioridad.

El **carácter procesal, multilateral, dialéctico y legal** revelan las relaciones internas, estables y múltiples que se dan en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I, en función de la formación inicial de los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Matemática – Física, para lograr la transformación de concepciones alternativas.

Los componentes del proceso de enseñanza – aprendizaje y su armonización con la intención declarada desempeñan un papel esencial, en la medida que el profesor diseñe las tareas, de acuerdo con los objetivos que debe lograr, a partir de la utilización de métodos y formas creativas de organización de la actividad y de su evaluación, lo cual favorece que la habilidad del razonamiento científico es más importante que el logro de un conocimiento descriptivo.

Esta posición implica la preeminencia del cómo se aprende sobre el qué se aprende y propende a que el estudiante adquiera la capacidad de distinguir entre evidencias (o explicaciones) científicas y aquellas que no lo son.

### **3.2 Principios de la estrategia**

Los principios son considerados como la expresión primera y más general de las ideas, que tienen una función lógico-gnoseológica y metodológica dentro de los límites de una teoría. En esta dirección, los principios que rigen la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática - Física, cumplen, dada su naturaleza explicativa y heurística, una función lógico-gnoseológica, en tanto actúan como medio lógico para explicar, organizar o fundamentar la concepción propuesta y

una función metodológica al permitir explicar o esclarecer la estrategia para la actuación del docente en el contexto concreto de formación de profesores.

La sistematización teórica efectuada permitió al autor identificar los principios siguientes:

- **Principio del carácter procesal en la transformación de concepciones alternativas:** la consideración de este principio posibilita entender la transformación de concepciones alternativas en los estudiantes de la carrera como el conjunto de fases sucesivas para su modificación. Esto presupone además, un proceso que transcurre durante toda la carrera de manera gradual y en el que se producen avances y retrocesos.

Durante los diferentes años académicos el estudiante debe ir transitando por un proceso de maduración profesional para lograr la concepción del proceso de enseñanza- aprendizaje de la Física, en el contexto de la educación media y media superior a partir de un enriquecimiento de su base cognitiva-profesional y didáctico-actitudinal, que le permitirán la transformación de su práctica educativa.

- **Principio del carácter contextualizado en la transformación de concepciones alternativas:** presupone entender la transformación de concepciones alternativas y el conjunto de acciones que la definen, en su carácter transformador de la realidad singular que el estudiante de la carrera y su colectivo (profesores de la asignatura) enfrentan en el marco de su aula.

- **Principio del carácter relacional motivación - transformación de concepciones alternativas :** significa que al concebir el proceso de transformación de las concepciones alternativas de los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Matemática - Física, los contenidos ,su motivación y comprensión de esta han de ser tratados en la relación dinámica que entre ellos se establece, en la que además, el contenido motivacional debe ser entendido como condicionante y resultado del propio proceso de transformación de concepciones alternativas.

- **Principio del carácter protagónico de los sujetos participantes:** Está relacionado con el papel activo del profesor y el alumno, de los propios alumnos de la carrera y de su grupo en función de la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática Física.

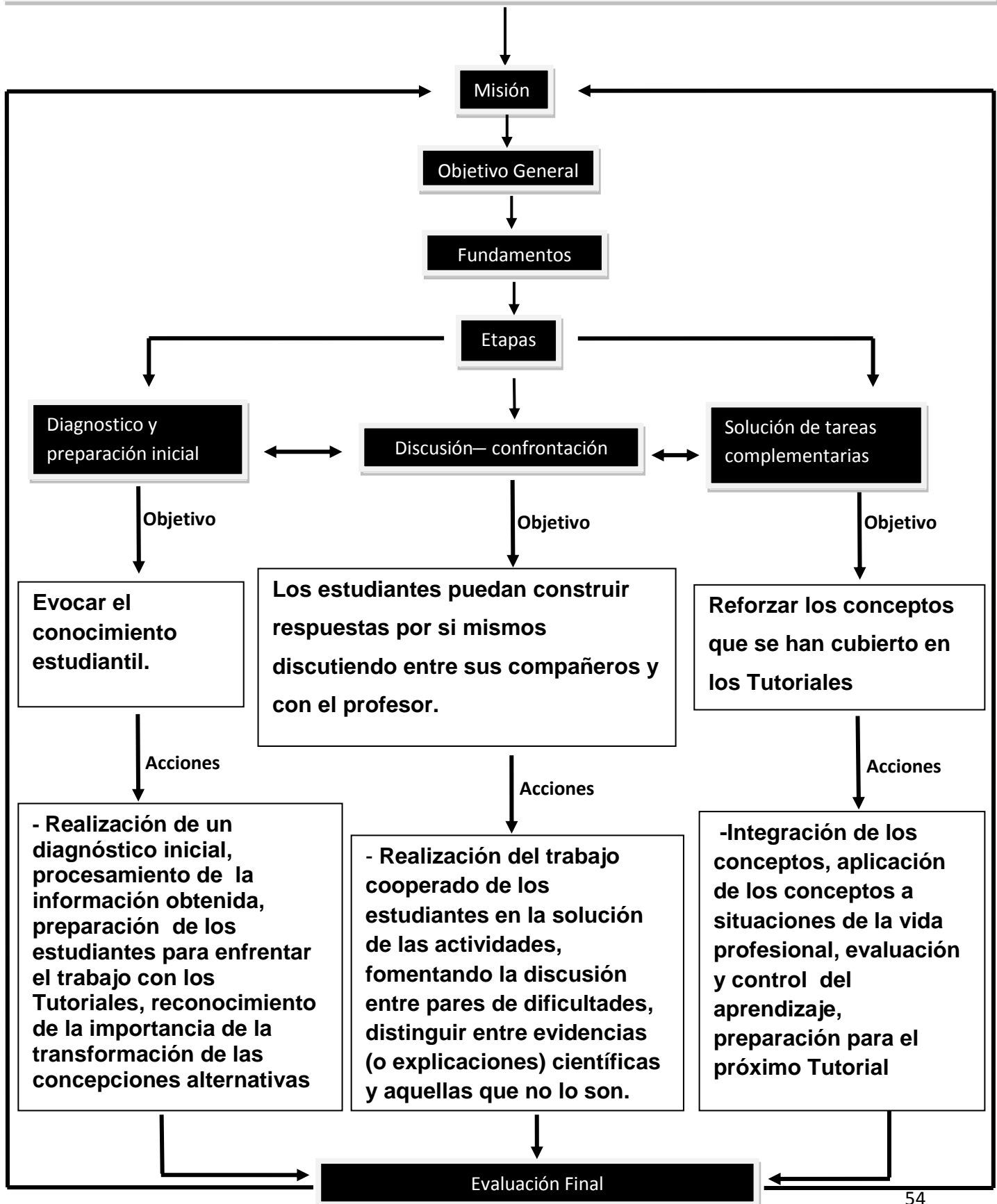
### **3.3 Presentación de la Estrategia Didáctica**

La estrategia que se propone tiene plena vigencia y necesidad en la formación de profesores para la especialidad de Matemática – Física , en el contexto de la Educación media y media y superior (**contextualizada**), es **abierta, susceptible de perfeccionamiento y enriquecimiento** a partir de su introducción y generalización en la práctica pedagógica, posee capacidad para incluir los cambios que se operan en la realidad (**flexibilidad, utilidad y permanencia**) y posee la capacidad de aproximarse al funcionamiento y estudio real del objeto (**validez y confiabilidad**).

En el marco referencial del presente trabajo, la estrategia didáctica es comprendida como la manera de planificar y dirigir las acciones para alcanzar determinados objetivos y que tienen como propósito esencial la transformación del problema de investigación desde un estado real a uno deseado. (De Armas, Ramírez y otros, 2003: 48).

Mediante un esquema rectangular se representa la estrategia didáctica, que constituye en su conjunto la proposición que se realiza en función de la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática - Física. La estrategia en cuestión se representa del siguiente modo.

## Estrategia didáctica para la transformación de concepciones alternativas en Cinemática



En el presente estudio se asume la estrategia didáctica, definida por Addine, 1999 como: “secuencia integrada de acciones conscientes y procedimientos seleccionados y organizados, que atendiendo a todos los componentes del proceso persiguen alcanzar los fines educativos propuestos”. (Addine, 1999:27)

En correspondencia con lo anterior y atendiendo a los fines previstos, en este caso es entendida como la **secuencia integrada de acciones conscientes y procedimientos seleccionados y organizados que, de acuerdo con los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I, persiguen la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con los contenidos de Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática – Física en la UCP “Rafael María de Mendive ”.**

### **3.4. Descripción de las etapas.**

#### **3.4.1. Etapa de Diagnóstico y preparación inicial.**

La presente etapa tiene como **objetivo** esencial: evocar el conocimiento que los estudiantes poseen relacionados con la cinemática de la traslación como medio de transformación de las concepciones alternativas asociadas a estos contenidos.

Durante esta etapa los estudiantes de la carrera y a propósito de la realización y discusión de un diagnóstico inicial, reconocerán la importancia del estudio de la cinemática de la traslación y su implicación en la escuela media y media superior, así como entenderán las principales cuestiones básicas asociadas al estudio de las concepciones alternativas y su implicación en su proceso de formación profesional. Siendo así esta temática de transformación de las concepciones alternativas adopta un carácter profesional.

Para la instrumentación de esta etapa se propone la realización de las acciones que a continuación se describen.



Inicialmente debe **realizarse un diagnóstico del nivel de comprensión de los contenidos relacionados con Cinemática de la traslación. (Anexo # 6)** La realización de este diagnóstico y su procesamiento revelarán el estado cognitivo que presentan los estudiantes asociados a la Cinemática de la Traslación constituidos concepciones alternativas que limitan su proceso de formación profesional.

Siendo así la **identificación de las concepciones alternativas que persisten en el tema Cinemática de la Traslación** constituye la nueva acción que deberá instrumentarse con los estudiantes de la carrera.

Por otro lado, es preciso que a los propios estudiantes se les detalle el **reconocimiento de la importancia de la transformación de las concepciones alternativas** asociadas a cualquier contenido Físico, con un énfasis muy marcado en aquellas asociadas a la cinemática de la traslación. La realización de esta acción, está en correspondencia con el proceso de formación profesional y con la implicación que estos contenidos tienen en la escuela media y media superior.

La **preparación de los estudiantes para enfrentar el trabajo con los tutoriales**, constituye otra de las acciones previstas para esta etapa de trabajo, en tanto los estudiantes deben reconocer las funciones, contenidos, objetivos, métodos y formas de evaluación que posibilitará la utilización de los tutoriales.

Para el desarrollo de esta etapa se dispone de 2 meses de duración desde el comienzo del periodo de clases en el mes de septiembre. Para su instrumentación deben concretarse relaciones sociales entre los sujetos participantes; estos son: profesor de la disciplina Fundamentos de la Física Escolar y asignaturas correspondientes, alumnos de la carrera Matemática – Física.

#### **3.4.2. Etapa de Discusión – Confrontación (Trabajo con Tutoriales)**

El **objetivo** esencial de esta etapa se define como: transformar las concepciones alternativas que poseen los estudiantes de la carrera, asociados al estudio de la Cinemática de la Traslación como medio de formación profesional.

El trabajo con los tutoriales, constituye la acción central de esta etapa y para su realización los estudiantes de la carrera deberán ejecutar un accionar coherente y lógico a favor de la transformación de las concepciones alternativas que poseen asociadas al estudio de la cinemática de la traslación.

Siendo así, la realización de las acciones previstas para esta etapa están en correspondencia con los contenidos, objetivos, métodos, formas y evaluación que se organizan a favor de la transformación de las concepciones alternativas.

Una primera acción, lo constituye **el trabajo con los contenidos** específicos asociados a la Cinemática de la Traslación. Como contenidos específicos son considerados los siguientes:

- Comprensión de los conceptos (velocidad para el MRU y aceleración para el MRUV).
- Interpretación de gráficas de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo para los MRU y MRUV.
- Composición de movimientos (MRU y MRUV)

De esta forma los **objetivos definidos para la realización e instrumentación** de esta etapa, están en correspondencia con los contenidos anteriormente descritos.

**La selección de métodos y formas de trabajo**, constituye otra de las acciones previstas para el desarrollo de esta etapa. Constituyendo estas las vías esenciales para el logro del objetivo previsto.

Es recomendable entonces que los métodos escogidos posibiliten la discusión, la confrontación, la argumentación, la refutación de ideas manejadas durante el desarrollo del proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I.

Por otra parte las formas predominantemente aconsejables estarían a favor de la realización de acciones conjuntas, de acciones cooperadas, donde las relaciones sociales entre el profesor de la asignatura – estudiantes de la carrera y entre estudiantes – estudiantes alcancen su máxima expresión.

**La selección de los tutoriales**, constituye otra acción importante en esta etapa.

Entendidos estos como un conjunto de herramientas didácticas, diseñadas para servir de complemento a las clases teóricas y a los libros de texto en la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I. (**Anexo # 7**)

El propósito de los Tutoriales no es ayudar a desarrollar habilidades asociadas a la resolución de problemas cuantitativos de final de capítulo de los textos tradicionales, sino favorecer la construcción de las ideas físicas fundamentales y el desarrollo del razonamiento científico.

Tiene la propiedad de adaptarse a diversas implementaciones didácticas, complementando la clase expositiva tradicional.

En las clases donde se utilicen los tutoriales, el docente supervisa la tarea de los grupos, observando la discusión, razonamiento y conclusiones de cada tarea e interviniendo además en aquellos casos en que el Tutorial demanda que los alumnos presenten sus conclusiones al docente.

Estos puntos de control tienen por objetivo que los alumnos no avancen sobre el siguiente material/concepto sin haber entendido aquellos conceptos que le servirán de base para la comprensión de los aspectos siguientes, asegurando la continuidad del aprendizaje. El docente también controla el uso del tiempo para que la labor estudiantil sea efectiva.

Los alumnos luego deben realizar en forma individual y fuera del horario de clase los Ejercicios Complementarios del Tutorial. La resolución de estos problemas es analizada en la clase siguiente, discutiendo las dudas remanentes y afirmando y controlando los conceptos adquiridos.

El total de actividades de cada Tutorial es siempre realizado en el mismo tiempo utilizado por la instrucción tradicional.

La estrategia puede ser resumida en tres pasos básicos: evocar en los estudiantes las ideas de los conceptos del Tutorial, confrontar estas ideas con evidencia de las observaciones de los propios estudiantes o sus propios razonamientos, y finalmente resolver las discrepancias entre lo que los estudiantes esperaban y los resultados que se obtienen en el trabajo con el material.

Cada Tutorial consiste en tres partes: Pretest (diagnóstico), las Hojas de trabajo o Tutorial propiamente dicho y los Ejercicios Complementarios o tarea que tienen el objetivo de confrontar y resolver.

Los pretests y los ejercicios complementarios son actividades individuales mientras que la hoja de trabajo se completa en grupos colaborativos de tres o cuatro estudiantes durante la clase.

El Pretest (de Tutorial), que tiene el objetivo de evocar el conocimiento estudiantil, es administrado inmediatamente antes de la realización de cada Tutorial y consiste en unas pocas preguntas a desarrollar por el alumno. Cada Pretest informa al docente sobre el estado de conocimientos de sus alumnos, haciendo aflorar las ideas con que llegan a la instrucción, ayuda a que los alumnos comprendan que se espera que aprendan, alistándolos, en cierta forma, para el aprendizaje.

El Tutorial (la tarea central de la estrategia) es una guía de actividades que los alumnos deben desarrollar trabajando en grupos de 3 o 4 estudiantes, donde los estudiantes realizan actividades, controlan resultados y obtienen, por inducción y generalización, la ley física estudiada.

Los Ejercicios Complementarios incluyen preguntas que enfatizan los conceptos y habilidades de razonamientos desarrolladas en los Tutoriales.

Se utiliza el ciclo de aprendizaje que consta de los siguientes pasos: predicción, discusión entre pares en pequeños grupos, observación de la experiencia y comparación entre el resultado y las predicciones. Este ciclo de aprendizaje puede ser representado como *PODS*—Predicción, Observación, Discusión y Síntesis. De esta forma se favorece que el estudiante coteje las diferencias entre las creencias con que llega a la clase de física y las leyes físicas que gobiernan el mundo real.

**La concepción de la evaluación**, en consecuencia, deberá generar la toma de nuevas decisiones, la delimitación y comprobación del objetivo previsto para la etapa. Para su concepción es preciso que se tenga en cuenta indicadores tales como:

- Distinguir entre evidencias (o explicaciones) científicas y aquellas que no lo son, resolviendo las discrepancias entre lo que los estudiantes esperaban y los resultados que se obtienen en el trabajo con el material.
- Trabajo cooperado de los estudiantes en la solución de las actividades.
- Formulación de preguntas designadas por parte del profesor para ayudar a los estudiantes a encontrar sus propias respuestas.
- Fomentar la discusión entre pares de dificultades, resultados y conclusiones.

El tiempo de duración que se propone para la realización de esta etapa es de 7 meses a razón de 2 horas para cada Tutorial.

### **3.4.3. Etapa de Solución de tareas complementarias**

El **objetivo** fundamental en esta etapa es reforzar los conceptos que se han sido transformados durante las dos etapas anteriores.

Para que los Tutoriales sean más efectivos, es importante que los exámenes de evaluación del curso contengan preguntas cualitativas que pongan énfasis en los aspectos conceptuales y en las habilidades de razonamiento desarrolladas en los Tutoriales. **(Anexo # 8)**

El sistema de acciones que pueden escribirse de la siguiente manera:

- Evaluación del aprendizaje alcanzado por los estudiantes en los contenidos relacionados con Cinemática de la traslación.
- Integración de los conceptos que fueron contruidos por los estudiantes en las sesiones de tutoriales.
- Aplicación de los conceptos a situaciones de la vida real.
- Preparación para la próxima sesión con Tutoriales

El tiempo de duración que se propone para la instrumentación de esta etapa está en correspondencia con el avance o retroceso que los estudiantes puedan tener durante la realización de las etapas anteriores.

### **3.5 Valoración teórica de la estrategia didáctica para la transformación de concepciones alternativas asociadas a Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera Matemática – Física**

Para desarrollar una valoración teórica acerca de la estrategia propuesta se utilizó el método de consulta a especialistas. Para la elaboración de la guía se tuvieron en cuenta los criterios de Valledor Ceballo (2005), quien elaboró un instrumento para evaluar el libro de consulta El transistor bipolar.

Para el análisis cuantitativo se asignó un valor de cinco puntos a cada respuesta de muy adecuado, cuatro puntos bastante adecuado, tres puntos adecuado, dos puntos poco adecuado y cero puntos nada adecuado. **(Anexo # 9)**

Se calcularon los coeficientes sobre la base de 5 puntos para cada indicador y el general.

Los valores del coeficiente por debajo de 3 puntos indican la desaprobación por parte de los especialistas; valores superiores a 3 puntos y próximos a 5 avalarán la propuesta.

$K = (\text{Total de puntos acumulados} / \text{máximo de puntos a acumular}) * 5$

K- Coeficiente de aceptación.

Los puntos a acumular se corresponden con el número de especialistas que aceptaron evaluar la estrategia. El ejemplo contempla a 10 especialistas seleccionados a partir del siguiente criterio de inclusión:

- Doctor o Máster en Ciencias Pedagógicas.
- Experiencia en Didáctica de las ciencias Naturales y Exactas.
- Experiencia relacionada en la transformación de concepciones alternativas.

<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Total de Puntos</b>	<b>Puntos acumulados</b>	<b>Coeficiente de aceptación ( K )</b>	<b>Rango de aceptación</b>
<b>1</b>	<b>50</b>	<b>47</b>	<b>4.7</b>	<b>BA-MA</b>
<b>2</b>	<b>50</b>	<b>46</b>	<b>4.6</b>	<b>BA-MA</b>
<b>3</b>	<b>50</b>	<b>42</b>	<b>4.2</b>	<b>BA-MA</b>
<b>4</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>4.0</b>	<b>BA</b>
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>175</b>	<b>4.3</b>	<b>BA-MA</b>

### **Análisis cualitativo**

En el indicador 1 (**Fundamentos de la estrategia**), los aspectos contemplados alcanzaron un coeficiente de aceptación de 4,7 sin hacérseles recomendaciones.

En el indicador 2 (**Concepción de los principios que dinamizan la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con Cinemática de la traslación**), el coeficiente obtenido fue de 4,6 y los especialistas no efectuaron señalamientos.

En el indicador 3 (**Estrategia, etapas y acciones**), el coeficiente obtenido fue de 4,2 y los especialistas no efectuaron señalamientos.

En el indicador 4 (**Relación entre la estrategia propuesta y las acciones específicas para su implementación práctica**), obtuvo una puntuación de 40 puntos del total que podían otorgar los especialistas para un coeficiente de 4,0 puntos. Los especialistas coincidieron en que debe añadirse lo siguiente:

Incrementar la ejemplificación de Tutoriales en función del diagnóstico inicial

Profundizar en el trabajo independiente como método principal de aplicación en la estrategia didáctica.

### **Conclusión de la consulta a especialistas**

De manera general los especialistas consideran que la estrategia didáctica que se propone, para la transformación de concepciones alternativas asociadas a Cinemática de la traslación, en los estudiantes de primer año de la carrera es factible en su ordenamiento, profundidad, se enmarca en una concepción amplia e integral del problema que se propone solventar el autor, por lo que es factible para su aplicación en la práctica.

Es aplicable porque las acciones se plantean con claridad y se detalla la metodología a seguir.

Responde a los objetivos que se proponen en el modelo del profesional para el actual plan de estudios, formando un profesional que permita dirigir el proceso educativo y en particular el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática y la Física, desde lo mejor y más actualizado de la ciencia.

Teniendo en cuenta la puntuación obtenida 175 con respecto a la que debía obtener 200, la estrategia propuesta es factible para su puesta en práctica con un coeficiente de aceptación de 4,3 puntos por parte de los especialistas con un rango de aceptación de bastante adecuada.

### **Conclusiones parciales**

1. Con base en los elementos tratados en los capítulos anteriores y a propósito de la situación desfavorable en que se encontraba el proceso de transformación de las concepciones alternativas en los estudiantes de la carrera, se pudo definir una estrategia didáctica definida como: la secuencia integrada de acciones conscientes y procedimientos seleccionados y organizados que, de acuerdo con los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Fundamentos de la Física Escolar I, persiguen la transformación de las concepciones alternativas, relacionadas con Cinemática, en los estudiantes de primer año de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática – Física en la UCP “Rafael María de Mendive ”.



2. A partir de los fundamentos sistematizados de la estrategia se estructuró esta en tres etapas: etapa de Diagnóstico y Preparación inicial, etapa de Discusión – Confrontación, etapa de Solución de tareas complementarias. Estas actividades tienen carácter sistémico lo que justifica las relaciones jerárquicas y de subordinación entre estas y sus acciones correspondientes.
3. Los resultados preliminares que en el orden teórico se han obtenido con la utilización del método criterio de especialistas, indican el verdadero valor científico de la propuesta que se hace a partir de favorables criterios aportados por sujetos de vasta experiencia en la temática tratada.

### **3.6 Conclusiones y Recomendaciones**

En este trabajo se constatan insuficiencias en los estudiantes que cursan la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática – Física, en relación con la formación conceptual y en particular, con la persistencia de concepciones alternativas en cinemática de la traslación. El significativo impacto de esa insuficiencia, como exigencia para enfrentar la solución de problemas profesionales, ha hecho legítima la problemática que se ha desarrollado en esta investigación.

En función de lo anterior y considerando el carácter esencial de la transformación de las concepciones alternativas, se concibió una contribución a favor de esta aspiración desde una estrategia didáctica.

La base empírica construida por el autor de este trabajo en los últimos años como profesor de Física en esta carrera y los elementos con los que hoy se cuenta en materia de teoría y práctica sobre el proceso de formación de profesores, básicamente en las condiciones singulares de la educación en nuestro país y en correspondencia con los métodos de investigación utilizados, permiten arribar a lo siguiente:

1. Se determinan los referentes teóricos – metodológicos necesarios asociados al proceso de transformación de las concepciones alternativas en Cinemática en el proceso de formación de profesionales de la educación.
2. Se constata la asistémica concepción del proceso de transformación de las concepciones alternativas de Cinemática que se diseña para estudiantes de 1er año de la carrera Matemática – Física. Su comprobación partió del análisis de diversas fuentes de carácter metodológico que regulan el proceso de formación del estudiante de la carrera.
3. Sobre la base de los referentes antes mencionados, fue posible proponer una estrategia didáctica que singulariza un accionar sistémico y lógico para la transformación de las concepciones alternativas de Cinemática, en estudiantes de la carrera Matemática – Física.
4. Se realiza una evaluación teórica preliminar de los resultados de la estrategia didáctica, que refieren buenos niveles de transformación de las concepciones alternativas y de satisfacción de los estudiantes por el estilo de trabajo de la disciplina Fundamentos de la Física Escolar confirmando su validez , a partir del criterio emitido por un grupo de especialistas.

### **Recomendaciones**

1. Instrumentar en la práctica educativa de la carrera Matemática – Física la estrategia didáctica definida, para comprobar su validez práctica.
2. Seguir extendiendo la implementación de las acciones de la estrategia didáctica a los restantes años académicos, como medio de sostenimiento de su validez.
3. La investigación recomienda el abordaje de varios problemas de investigación considerados importantes para su estudio inmediato, a saber de:
  - ¿Cómo ajustar la estrategia correspondiente, a las condiciones específicas de cada facultad, para garantizar un eje integrador – coordinativo en la Universidad de Ciencias Pedagógicas?
  - ¿Cómo contribuir al aprendizaje conceptual – profesional de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Biología – Geografía y Química–Biología?

# Bibliografía



## Bibliografía

ADDINE, F y GARCÍA G. (2004): Una perspectiva contemporánea del desarrollo del personal docente y su modo de actuación. Ponencia presentada en el evento provincial "Pedagogía 2005" de Santiago de Cuba. Documento en soporte digital.

ADDINE, F Y OTROS. (2004): Didáctica: teoría y práctica. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. Cuba.

ÁLVAREZ, M. (2004): Una aproximación desde la enseñanza – aprendizaje de las Ciencias. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. Cuba.

AUSUBEL, D., NOVAK, J y HANESIAN, H. (1980): Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. Editorial Trillas. México.

BALLESTER, S. (1992). Metodología de la enseñanza de la Matemática. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.

BARRERA, A. (2004). Una Estrategia para el desarrollo de la motivación por aprender en secundaria básica, a partir de la lengua materna como instrumento de aprendizaje. Tesis de Maestría. La Habana. Cuba.

BUGAEV, A. (1989): Metodología de la enseñanza de la Física en la escuela media. Editorial Pueblo y Educación. Cuba.

CALZADO, D. (2004): Un modelo de formas de organización del proceso de enseñanza-aprendizaje en la formación inicial del profesor. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. La Habana. Cuba.

CAMPISTROUS L y Rizo C. (1996): Indicadores e investigación educativa. ICCP. En soporte digital. La Habana. Cuba.

CARRASCOSA, J Y GIL, D (1992): Concepciones alternativas en mecánica en Enseñanza de las Ciencias. Editorial Laia .Bracelona.España.

CARRASCOSA, J. (2006): El problema de las concepciones alternativas en la actualidad: Utilización didáctica de los errores conceptuales que aparecen en cómics, prensa, novelas y libros de texto" en Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 3, n. 1.

CASTELLANOS, D. (2002): Reflexiones metacognitivas y estrategias de aprendizaje. La Habana. Pedagogía 2003. Soporte digital.

CASTELLANOS, D. (2005): Aprender y Enseñar en la escuela. Una concepción desarrolladora. La Habana: Editorial Pueblo y Educación. Cuba.

CASTELLANOS, D. Y OTROS. (2003): Aprender y Enseñar en la Escuela: Una Concepción Desarrolladora. Soporte digital.

COLADO J. (2000): Experimentos Impactantes Editorial Trillas. México.

COLECTIVO DE AUTORES DEL CEPES. (1979): El enfoque Histórico Cultural como fundamento de una concepción pedagógica de las Tendencias Educativas. La Habana. Cuba.

DANILOV, M. (1985): Motivación de los escolares para el estudio. En: Didáctica de la escuela media. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.

DE ARMAS y MARIMÓN. (2004): Los resultados científicos como aportes de la investigación educativa. Soporte digital. UCP "Félix Varela".

FURIÓ, C. (1996): Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultados y tendencias" en Alambique, n. 7, pp. 7-17.

GIL, D y Valdés, P. (1992): Tendencias actuales en la enseñanza aprendizaje de la Física, en Temas escogidos de la didáctica de la Física. Editorial Pueblo y Educación. Cuba.

GIL, D. y CARRASCOSA, J. (1985): Science learning as a conceptual and methodological change. European Journal of Science Education. Barcelona. España.

HERNANDEZ, L E. (2010): Modelo didáctico dirigido a la preparación de los estudiantes de la carrera de Ciencias Exactas para el desarrollo de la motivación en Física. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. La Habana

HIRREZUELO, J Y MONTERO, A (1988): La ciencia de los alumnos. Editorial Laia. Madrid. España.

LA O, W. (2010): Modelo para el tratamiento didáctico del concepto magnitud en el proceso de formación del estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. La Habana. Cuba.

LEONTIEV, A N. (1979): La actividad en la psicología. Ministerio de Educación. La Habana. Cuba.

LEONTIEV, A. N. (1974): Las necesidades y motivos de la actividad de estudio. En Psicología. Ediciones Pedagógicas. Imprenta Nacional de Cuba. La Habana. Cuba.

MAJMUTOV, M. (1983): La enseñanza Problémica. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.

MC DERMOTT, L. (2001): Tutoriales para Física Introductoria. Pearson Education. Argentina.

MOLTÓ, E. (2004): La formación del profesor de Física para la educación media cubana. Trabajo presentado en el III Congreso Internacional de Didáctica de las Ciencias. La Habana. Cuba.

MOLTÓ, E. (2008): Metodología para la Enseñanza de los Conocimientos, las Cadenas Verbales y los Procedimientos. Escuela Normal "La Paz de Veracruz". México.

NOVAK, J. (1991): Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. La opinión de un profesor – investigador. Enseñanza de las Ciencias. Ediciones Martínez Roca. Barcelona. España.

NÚÑEZ J, A. (2002): La ciencia y la Tecnología como Procesos Sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.

NUÑEZ, J. (2007): La ciencia y la Tecnología como procesos Sociales. Material en soporte digital. La Habana. Cuba.

PAULA, A. (2011): Modelo didáctico para contribuir a la educación energética en la etapa intensiva de la formación de profesores de Ciencias Exactas. (Tesis doctoral).UCP "Rafael María de Mendive". Pinar del Río

PEDROSO, Y. (2012): Modelo didáctico del proceso de desarrollo de habilidades de estudio en la disciplina Fundamentos de la Matemática Escolar. (Tesis doctoral).UCP "Rafael María de Mendive". Pinar del Río.

PIAGET, J. (1969): The language and thought of child. Editorial Routledge and Kegan Paul. Londres.

RAZUMOVSKY, V. (1978): Desarrollo de las Capacidades creadoras de los estudiantes en el proceso de enseñanza de la Física. La Habana: Editorial Pueblo y Educación. Cuba.

RUBIO, I; (2005): Modelo para la gestión del proceso de desarrollo de las habilidades de estudio con enfoque profesional, en la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas. Tesis de Doctorado

SOKOLOFF, R Y BENEGAS, J. (2010): Electricidad y Magnetismo.VII Seminario Iberoamericano sobre Física Básica Universitaria. Buenos Aires. Argentina.

TROWBRIDGE, D. (1981): Investigation of student understanding of de concept of acceleration in one dimension .American Journal of Physics.Estados Unidos.

VALDÉS, P. y OTROS (1999): El proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en las condiciones contemporáneas. Editorial Academia. Cuba.

VIENNOT, L. (1979): Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire. Edicione Herman.París.Francia.

VIGOTSKI, L. (1966): Pensamiento y lenguaje. Edición Revolucionaria. La Habana.

VALDÉS, P. (2008): Introducción a la didáctica de las ciencias. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.

**Anexos**

## Anexo # 1

**Tabla que relaciona la medición de la variable con las indagaciones empíricas**

Variable	Dimensión	Indicadores	Indagaciones Científicas			
			Enc	Entrev	Obs	P.Ped
Transformación de las concepciones alternativas, en los estudiantes de primer año de la carrera Matemática – Física, relacionadas con Cinemática de la traslación	Cognitivo-profesional	Adquisición y transferibilidad de conocimientos.	X	X	X	
		Perdurabilidad de los conocimientos.	X	X	X	
		Dominio de la base científica en el tema.			X	
		Compromiso mental activo.	X	X	X	
		Importancia de la comprensión de conceptos.(velocidad y aceleración)	X	X	X	X
		Dominio en la interpretación de gráficas de posición en función del tiempo.	X			X
		Dominio en la interpretación de gráficas de velocidad en función del tiempo.	X			X
		Dominio en la interpretación de gráficas de aceleración en función del tiempo.	X			X
		Comprensión en la composición de movimientos rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado.	X			X

Variable	Dimensión	Indicadores	Ana. Doc.	Enc.	Observ.
Transformación de las concepciones alternativas, en los estudiantes de primer año de la carrera Matemática – Física, relacionadas con Cinemática de la traslación	Didáctico-actitudinal	Componentes didácticos (problema, objetivo, contenido, método, medios, evaluación, forma).	X	X	
		Objetivos en función de transformar las concepciones alternativas.			X
		Métodos en función de transformar las concepciones alternativas.			X
		Medios en función de transformar las concepciones alternativas.			X
		Evaluación en función de transformar las concepciones alternativas.			X
		Preparación de situaciones de enseñanza asociadas a la Cinemática de la traslación.	X	X	X

## Anexo # 2

### Guía para el análisis documental

Objetivo: Valorar el tratamiento que le ofrecen los documentos normativos que regulan el proceso de formación del profesional de la Educación, especialidad Matemática- Física a la transformación de las concepciones alternativas en las estudiantes de primer año de la U.C.P. “Rafael María de Mendive” (R.M.M.)

Concepción de la carrera Matemática-Física para favorecer la transformación de las concepciones alternativas de los estudiantes en su formación inicial.



- Precisión de los objetivos normados a favor de la transformación de las concepciones alternativas de los estudiantes en su formación inicial.
- Incorporación en las estrategias de año y disciplina de acciones que tributen a la transformación de las concepciones alternativas de los estudiantes en su formación inicial.
- Incorporación de acciones en las clases que se conciben, que tributen a la transformación de las concepciones alternativas de los estudiantes en su formación inicial.
- Concepción integradora en el tratamiento de las concepciones alternativas y de la dirección de este proceso en la carrera.

Fuentes de información primaria utilizada:

- Modelo del profesional. Plan D. MES. Curso Regular Diurno Curso: 2009- 2010.
- Estrategia del primer año. UCP "RMM". Pinar del Río. 2009-2010.
- Programa de asignatura. MES. Curso Regular Diurno. Curso: 2009- 2010.
- Plan de clases de los profesores de la asignatura "Fundamentos de la Física Escolar I." UCP "RMM". Pinar del Río 2009- 2010.

### Anexo # 3

#### Encuesta a profesores de la disciplina "Fundamentos de la Física Escolar"

**Objetivo:** Conocer los criterios y opiniones sobre el proceso de transformación de las concepciones alternativas en los estudiantes de primer año, relacionadas con cinemática de la traslación.

**Consigna:** Resulta de vital importancia para el proceso de transformación de las concepciones alternativas en los estudiantes de primer año, relacionadas con cinemática de la traslación, los criterios que al respecto usted pueda emitir. Le pedimos su más sincera colaboración en este sentido.

#### CUESTIONARIO

¿Considera importante el tratamiento de las concepciones alternativas y su tratamiento en la asignatura FFE I, para la preparación de los estudiantes del primer año de la carrera Matemática – Física?

☐ sí      ☐ no      ☐ en alguna medida

¿Conoce las causas en la persistencia de concepciones alternativas en los estudiantes de primer año de la carrera Matemática – Física relacionada con Cinemática de la traslación?

☐ sí      ☐ no      ☐ en alguna medida.

1. ¿Qué causas atentan en la persistencia de errores conceptuales en sus estudiantes? Escribalas en orden jerárquico de 1 a 5.
2. ¿Ha recibido preparación en relación con el tratamiento a las concepciones alternativas en el proceso de enseñanza aprendizaje?

☐ sí      ☐ no      ☐ en alguna medida.

3. ¿Considera la comprensión de conceptos en la transformación de las concepciones alternativas :  
☐ una premisa para enfrentarlo ☐ un resultado del referido proceso ☐ ambas
4. La transformación de concepciones alternativas, como parte de la preparación de los estudiantes del primer año de la carrera Matemática – Física es una prioridad en el trabajo metodológico:  
☐ para el departamento ☐ para la Disciplina ☐ para la asignatura ☐ no es prioridad
5. ¿Cómo concibe las tareas de aprendizaje desde su asignatura para transformar las concepciones alternativas de los estudiantes, relacionados con Cinemática de la traslación?
6. ¿Cuenta usted con la capacitación teórica y metodológica suficiente para lograr la transformación de concepciones alternativas en los estudiantes de primer año, relacionados con Cinemática de la traslación?

#### Anexo # 4

#### Guía de observación a clases

Objetivo: Valorar el proceso de transformación de las concepciones alternativas, en los estudiantes de primer año de la carrera Matemática – Física, en la asignatura FFE I.

Leyenda:

SO – Se Observa

SOAV – Se Observa a Veces

NSO – No se Observa

Variable	Dimensiones	Indicadores	Categoría		
			SO	SOAV	NSO
Transformación de las concepciones alternativas, en los estudiantes de primer año de la carrera Matemática - Física, relacionadas con Cinemática de la traslación	Cognitivo-profesional	Adquisición y transferibilidad de conocimientos.			
		Perdurabilidad de los conocimientos.			
		Dominio de la base científica en el tema.			
		Compromiso mental activo.			
	Didáctico-actitudinal	Revela las concepciones alternativas en el diagnóstico.			
		Revela los objetivos en función de transformar las concepciones alternativas.			
		Revela los métodos en función de transformar las concepciones alternativas.			
		Revela los medios en función de transformar las concepciones alternativas.			
		Revela la evaluación en función de transformar las concepciones alternativas.			
		Preparación de situaciones de enseñanza asociadas a Cinemática de la traslación.			

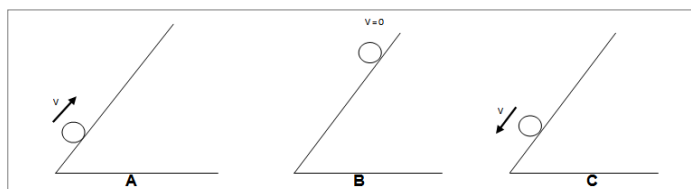
## Anexo # 5 Prueba pedagógica.

Objetivo: Diagnosticar el estado en la persistencia de concepciones alternativas, en los estudiantes de primer año de la carrera Matemática - Física de UCP Rafael María de Mendive”, relacionadas con Cinemática de la traslación.

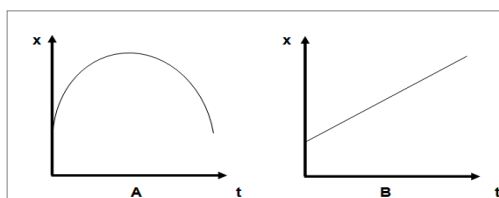
Consigna: Estudiante, se investiga sobre la transformación de concepciones alternativas, relacionadas con Cinemática de la traslación, que necesitas para el éxito en el desempeño profesional futuro. Para ello necesitamos tu colaboración, que será de gran utilidad en este estudio. Los resultados de esta prueba no tienen influencia en la evaluación de la asignatura “Fundamentos de la Física Escolar I”. Anticipadamente, te damos las gracias.

Pregunta # 1 Diga si la proposición siguiente es SIEMPRE verdadera: En una carretera, si dos autos alcanzan la misma velocidad, entonces deben estar uno junto al otro .En cualquier caso explica tu razonamiento

Pregunta # 2 ¿Cuál será el valor y el sentido de la aceleración en cada uno de los casos representados en la figura: A) la bola sube, B) se detiene para cambiar de sentido y C) la bola está bajando?



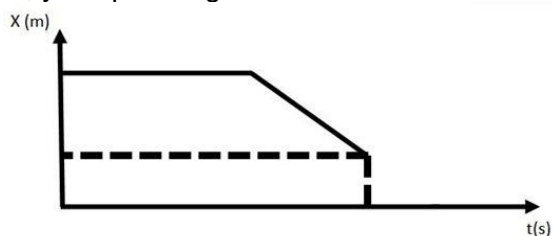
Pregunta # 3 A partir de las gráficas mostradas. ¿Pudieras inferir el tipo de trayectoria experimentada por el cuerpo? Argumente



Pregunta # 4 Analiza la gráfica que te mostramos a continuación. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la correcta?

- a) El objeto rueda sobre una superficie horizontal. Entonces cae por una pendiente, y finalmente se para.
- b) El objeto no se mueve al principio. Entonces cae rodando por una pendiente y finalmente se para.
- c) El objeto se mueve a velocidad constante. Después frena hasta que se para.

- d) El objeto no se mueve al principio. Entonces se mueve hacia atrás con velocidad constante.
- e) El objeto se mueve sobre una superficie horizontal, luego se mueve hacia atrás por una pendiente, y después sigue moviéndose.



Pregunta # 5 Un cazador apunta con un rifle hacia la cabeza de un mono que se encuentra en la rama de un árbol. Justo en el momento de disparar el mono cae de la rama. La bala:

- a) Pasará por debajo de la cabeza del mono.
- b) Hará impacto en la cabeza del mono.
- c) Pasará por encima de la cabeza del mono.

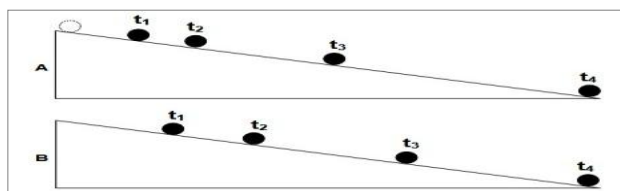
Justifique su elección.

#### Anexo # 6 Tutoriales para la etapa de Diagnóstico y Preparación inicial

Pregunta # 1 Los dibujos señalan las posiciones iniciales y finales de dos movimientos A y B, que experimentan MRU, así como el tiempo empleado en hacer el recorrido. En cada caso debe señalar cuál es el móvil más rápido. Fundamente.

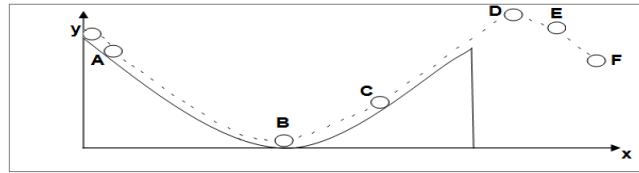
a)	A	$x_0$	_____	x	t=8 s
	B	$x_0$	_____	x	t=8 s
b)	A	$x_0$	_____	x	t=6 s
	B	$x_0$	_____	x	t=8 s
c)	A	$x_0$	_____	x	t=6 s
	B	$x_0$	_____	x	t=8 s
d)	A	$x_0$	_____	x	t=8 s
	B	$x_0$	_____	x	t=4 s

Pregunta # 2 En la figura se representa el movimiento que experimenta las bolas A y B, por dos canales de diferente anchura. La bola A se lanza en primer lugar y cuando ha rodado unos centímetros se lanza la bola B. Se representa las posiciones simultáneas de las bolas A y B.

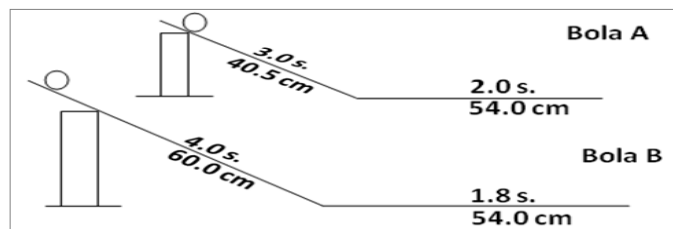


- a) ¿Tienen las dos bolas igual o diferente aceleración? Considere que ambas llegan al final del plano inclinado al mismo tiempo y con la misma velocidad.

Pregunta # 3 El dibujo representa la trayectoria de una bola que cae libremente sobre un carril curvado. Representar el vector aceleración en cada una de las posiciones indicadas. Fundamente.



Pregunta # 4 ¿En cuál de los dos casos es mayor la aceleración de caída por el plano inclinado? Suponer que no hay rozamiento de ningún tipo. Utilice el concepto de aceleración.

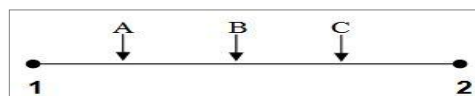


Pregunta # 5 El policía está inicialmente en reposo. Cuando el auto pasa frente a él observa una infracción y comienza a perseguirlo hasta darle alcance. ¿Tienen auto y motorista la misma velocidad en algún momento? En caso afirmativo, di cuándo.



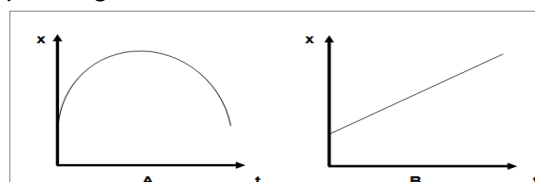
Pregunta # 6 Un objeto se mueve en línea recta desde el punto uno al punto dos en un tiempo  $\Delta t$ .

- a) Suponga que el objeto está aumentando su velocidad. ¿Cuál de los puntos A, B o C debería corresponder a la ubicación del objeto al tiempo  $\Delta t/2$ ? (El punto B está a medio camino entre los dos puntos extremos) Explique.
- b) Suponga que el objeto está disminuyendo su velocidad. ¿Cuál de los puntos A, B o C debería corresponder a la ubicación del objeto al tiempo  $\Delta t/2$ ? Explique.

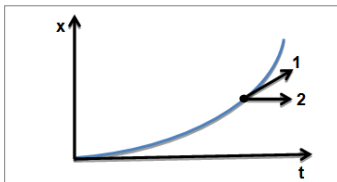


### Anexo # 7 Tutoriales para la etapa Discusión - Confrontación

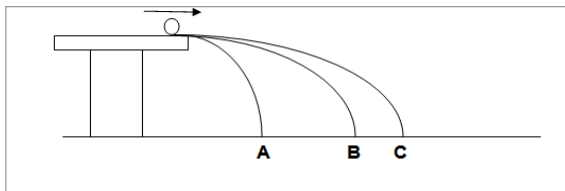
Pregunta # 1 A partir de las gráficas mostradas. ¿Podieras inferir el tipo de trayectoria experimentada por el cuerpo? Argumente



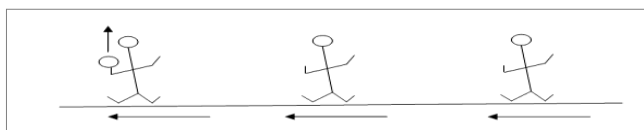
Pregunta # 2 En la grafica representada, ¿Pudieras reconocer si alguno de los dos vectores, representan la velocidad? Fundamente



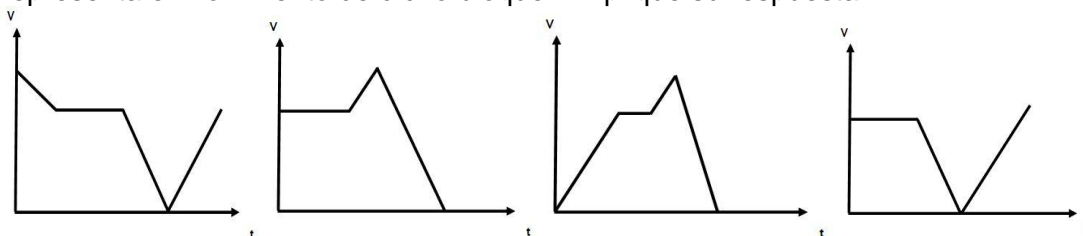
Pregunta # 3 La bola se lanza horizontalmente con diferentes velocidades. Comparar los tiempos que tarda en llegar al suelo en cada una de las trayectorias. Fundamente.



Pregunta # 4 Los tres muchachos corren con movimiento rectilíneo uniforme. ¿Cuál de ellos recogerá la pelota que ha lanzado verticalmente hacia arriba el primero? Fundamente.

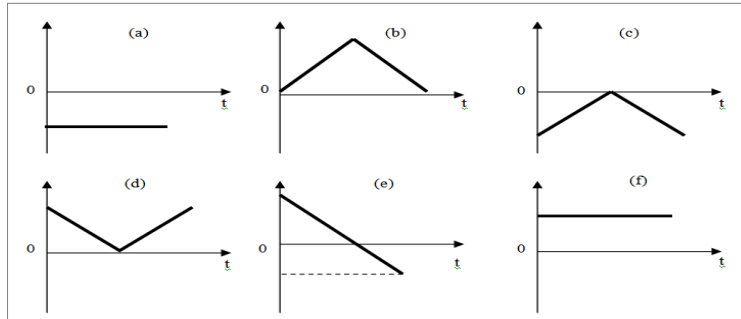


Pregunta # 5 Un bloque es impulsado hacia la derecha con cierta velocidad sobre una superficie sin fricción. El bloque se mueve horizontalmente primero, por una hondonada después y por último asciende por un plano inclinado. ¿Cuál de las gráficas mostradas representa el movimiento de dicho bloque? Explique su respuesta.

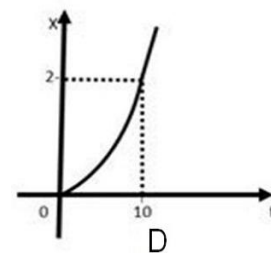
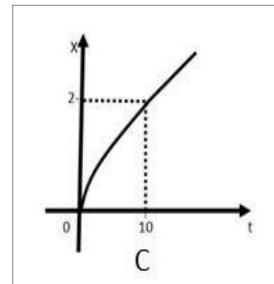
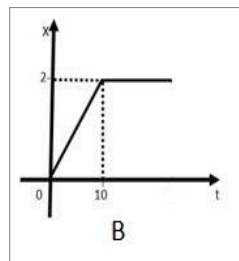
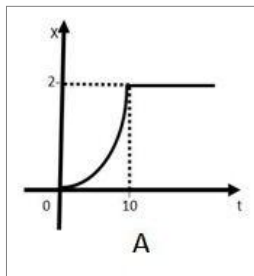


Pregunta # 6 Una pelota se lanzó verticalmente hacia arriba despreciando la acción del aire, con una velocidad de 20 m/s. A partir de este fenómeno se confeccionan dos gráficas, una de  $v = f(t)$  y otra de  $a = f(t)$ . Analice las gráficas y responda:

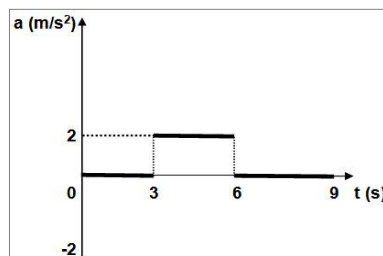
- ¿Cuál de las gráficas representadas corresponde al fenómeno del lanzamiento de la pelota? Justifique en cada caso el por qué de su selección.
- Represente en cada uno de los ejes las magnitudes correspondientes, así como sus valores más significativos.



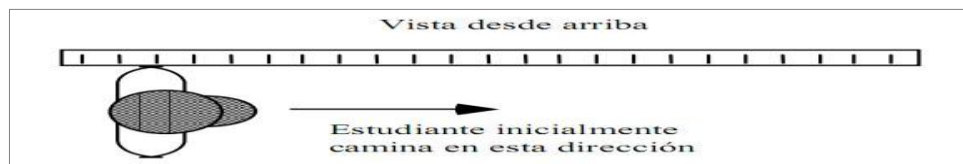
Pregunta # 7 Un objeto que estaba en reposo comienza a moverse con una aceleración positiva y constante durante 10 segundos. Después continúa con velocidad constante. ¿Cuál de las siguientes gráficas describe correctamente dicha situación?



Pregunta # 8 A partir de la gráfica de aceleración en función del tiempo construya las gráficas de posición y velocidad en función del tiempo.



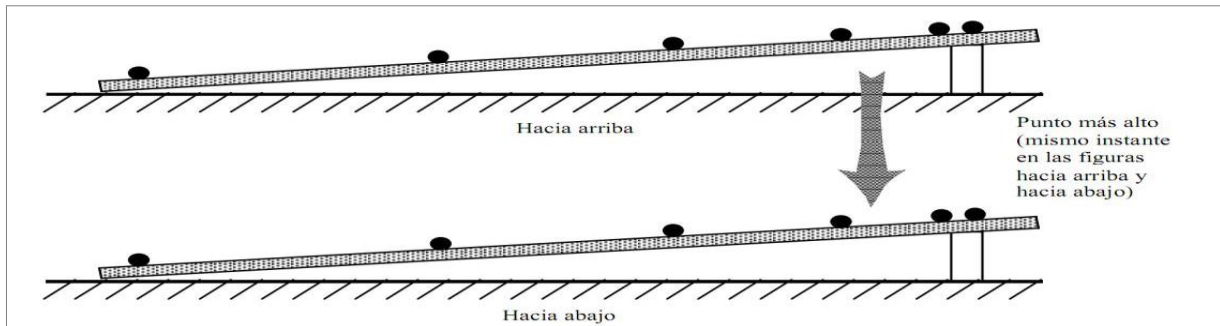
Pregunta # 9 Un estudiante camina al lado de una regla graduada de 2 m de longitud. El estudiante se mueve con velocidad decreciente hacia la marca de 2 m. Después de detenerse momentáneamente cerca de la marca de los 2 m, comienza a moverse hacia atrás a la marca inicial de 0 m, con velocidad creciente.



a) Representa el movimiento en gráficas de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo.

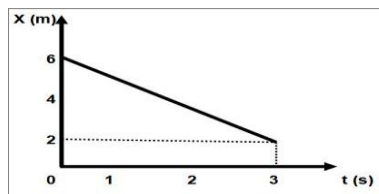
**Anexo # 8 Tutoriales para la etapa Solución de Tareas Complementarias**

Pregunta # 1 El diagrama que sigue representa una fotografía estroboscópica del movimiento de la pelota. (En una fotografía estroboscópica la posición de un objeto es mostrada en instantes que están separados por iguales intervalos de tiempo).



- Dibuje un vector que represente la aceleración de la pelota en cada una de las posiciones mostradas. Si además conoce la magnitud de la aceleración en cualquiera de los puntos (por ejemplo, si la aceleración es cero), indíquelo explícitamente.
- Explique brevemente por qué dibujó las flechas como lo hizo.

Pregunta # 2 A partir de la gráfica de posición en función del tiempo. Construya las gráficas de aceleración y velocidad en función del tiempo.



Pregunta # 3 Un carrito sobre una mesa (carrito A) choca con otro carrito que está inicialmente en reposo (carrito B). Después de la colisión ambos carritos se están moviendo. Los diagramas de abajo representan fotografías de los carritos justo antes y justo después del choque. Las flechas sobre los diagramas indican los vectores velocidad de los carritos en los instantes representados. Los vectores están dibujados a escala.



- Considere el intervalo de tiempo entre los instantes mostrados en la figura. Dibuje flechas que indiquen la dirección y sentido de la aceleración del carrito A y del carrito B durante este intervalo. Explique por qué dibujó las flechas de esta manera.
- ¿Es la magnitud de la aceleración del carrito A durante este intervalo mayor, menor o igual a la magnitud de la aceleración del carrito B? Explique cómo lo deduce.

Pregunta # 4 Un tren circula por una vía recta a la velocidad de 70 km / h. En un vagón hay un pequeño agujero en el suelo y en el techo, justo encima del agujero, hay un tornillo. El tornillo se suelta y cae. ¿Cuál de las siguientes opciones te parece correcta?

- El tornillo cae al suelo delante del agujero.
- El tornillo cae y pasa por el agujero.
- El tornillo cae detrás del agujero.

Pregunta # 5 En una llanura disparamos una bala horizontalmente desde una altura de 10 m. Al mismo tiempo dejamos caer desde la misma altura una bola de hierro, teniendo



cuidado de que el momento de salida de la bala y el de caída de la bola coincidan. La bola llegará al suelo:

- a) Antes que la bala.
- b) Al mismo tiempo que la bala.
- c) Después de la bala.

Pregunta # 6 Un jinete cabalga y lleva una bola sostenida en uno de los lados. Deja caer la bola. Ésta chocará con el suelo en:

- a) Justo encima del punto donde se dejó caer.
- b) En el punto donde se encuentra el jinete y caballo cuando la bola llega al suelo.
- c) Una posición distinta a las indicadas en a y b.

Pregunta # 7 Un barco se desplaza rápidamente sobre la superficie de un lago en calma. Una bola se deja caer desde lo alto del palo mayor. La bola caerá:

- a) Justo al pie del palo mayor.
- b) Delante del palo mayor, dependiendo de la velocidad del barco.
- c) Detrás del palo mayor, dependiendo de la velocidad del barco.

En cada uno de los ejercicios anteriores, haga una valoración de su elección.

## Anexo # 9 Cuestionario a Especialistas

Compañero (a):

Este cuestionario tiene como objetivo constatar la validez de la estrategia didáctica dirigida a la transformación de concepciones alternativas, en los estudiantes de primer año de la carrera Matemática – Física, relacionadas con Cinemática de la traslación. A continuación se le pide su opinión respecto al grado de importancia que le concede a cada uno de los indicadores planteados para implementar en la práctica educativa la estrategia didáctica. Los indicadores se le presentan en una tabla. Solo deberá marcar en una celda su opinión relativa al grado de importancia de cada uno de ellos, atendiendo a la valoración que le merece desde el análisis del resumen del trabajo que le ha sido entregado. Para ello debe tener en cuenta la escala siguiente:

C1 – Muy adecuado. C2 – Bastante adecuado.

C3 – Adecuado. C4 – Poco adecuado. C5 – Nada adecuado.

a-) Si desea emitir algún criterio en relación con la propuesta presentada puede hacerlo a continuación de la tabla.

No	Indicadores	C1	C2	C3	C4	C5
1	Fundamentos de la estrategia					
2	Concepción de los principios que dinamizan la transformación de las concepciones alternativas , relacionadas con Cinemática de la traslación					
3	Estrategia, etapas y acciones.					
4	Relación entre la estrategia propuesta y las acciones específicas para su implementación práctica.					